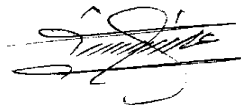


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА ТА АРХІТЕКТУРИ



АЛІА МОХАМАД ГІАС

УДК 69.036.3

**ПІДСИЛЕННЯ І ВІДНОВЛЕННЯ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ ПРИ
РЕКОНСТРУКЦІЇ АРХІТЕКТУРНИХ ПАМ'ЯТНИКІВ СИРІЇ**

05.23.01 – Будівельні конструкції, будівлі та споруди

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Київ – 2015

На правах рукопису

Робота виконана на кафедрі залізобетонних і кам'яних конструкцій Київського національного університету будівництва і архітектури.

Науковий керівник: доктор технічних наук, професор
Барашиков Арнольд Якович,
Київський національний університет
будівництва і архітектури (м. Київ)
Міністерства освіти і науки України,
завідувач кафедри залізобетонних та
кам'яних конструкцій.

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор
Першаков Валерій Миколайович,
Національний авіаційний університет (м. Київ)
Міністерства освіти і науки України, професор
кафедри реконструкції аеропортів та
автошляхів інституту аеропортів.

кандидат технічних наук, доцент
Гнатюк Олександр Терентійович
Львівський національний аграрний
університет (м. Львів)
Міністерства освіти і науки України, доцент
кафедри будівельних конструкцій.

Захист відбудеться «29» травня 2015 р. о 13⁰⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.056.04 в Київському національному університеті будівництва і архітектури за адресою: 03680, м. Київ, Повітрофлотський проспект, 31, ауд. 466.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Київського національного університету будівництва і архітектури за адресою: 03680, м. Київ, Повітрофлотський проспект, 31.

Автореферат розісланий «__» квітня 2015 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради,

к.т.н., доцент.



Д.В.Михайловський

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Історико-архітектурні пам'ятники, будівлі-пам'ятки та споруди, старі квартали, історичні міста і центри у будь-якої країни є національним надбанням, світовою культурною спадщиною, засобом ствердження вічних цінностей у створеному в результаті інженерно-будівельної діяльності середовища існування людини.

Збереження культурної спадщини все більш усвідомлюється як одна з найважливіших проблем, що стоїть перед суспільством. Пам'ятники минулого, і зокрема, твори архітектури, покликані протистояти зростанню пріоритету проблем сучасних потреб над проблемами збереження національного надбання. Виникає, як порочний ефект, нездатність знаходити гуманні по відношенню до національного надбання рішення в процесі раціонально-індустріального розвитку. Все це підвищує значимість робіт із збереження і реставрації пам'яток архітектури та історії. Сучасні форми і темпи демографічного та економічного розвитку, локальні озброєні конфлікти як ніколи раніше, загрожують збереженню нерухомих пам'яток історії та культури.

Будучи носіями духовної спадщини минулого, пам'ятники старовини кожного народу є в даний час свідченням давніх традицій. Людство, що постійно усвідомлює загальнолюдські цінності культурної спадщини, приймає на себе також відповідальність перед майбутніми поколіннями за його збереження, вважаючи обов'язком передати їм культурні цінності в усьому багатстві та автентичності.

Розроблення метода реконструкції старовинних пам'ятників; знаходження і врахування резервів при реконструкції, пов'язаних видами місцевих матеріалів і технологій, дозволяє скоротити витрати матеріалів і трудомісткість робіт з реконструкції і відновлення. Сукупність викладеного визначає актуальність теми дисертаційної роботи, становить науковий і практичний інтерес.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота є складовою частиною науково-дослідних робіт тематики кафедри на 2010 – 2015 р.р. «Дослідження залізобетонних конструкцій при складних впливах», розділ IV «Реконструкція і підсилення будівель і споруд», номер державної реєстрації 0197U005390. Автором проведені дослідження у галузі підсилення і відновлення при реконструкції старовинних архітектурних пам'ятників Сирії.

Метою дисертації є визначення факторів, які викликають зниження несучої здатності споруд архітектурних пам'ятників Сирії, розробка і впровадження ефективних способів підсилення і технологій при відновленні несучих будівельних конструкцій, а також удосконалення інженерних методів розрахунку.

Основними задачами збереження архітектурних пам'ятників:

- виявлення та збереження всіх історико-культурних цінностей;
- виявлення, відновлення та збереження особливостей історичної містобудівної системи забудови міст;
- встановлення режимів нового будівництва та реконструкції, що забезпечують гармонійний розвиток історично цінних територій в структурі сучасної країни;

- встановлення охоронних зон для пам'ятників історії і культури, а також цінних елементів історичного середовища, що не володіють таким статусом, але які є невід'ємною їх частиною;

- регламентація режимів архітектурно-містобудівної діяльності в межах виділених зон.

Об'єкт досліджень – старовинні пам'ятники Сирії, зокрема, споруди фортифікаційної архітектури.

Предмет дослідження – способи підсилення і відновлення основ, фундаментів, стін, перекриттів і покрив, арок прорізів, відбудова масивних конструкцій оборонних споруд.

Методи досліджень – аналіз і узагальнення експлуатаційних якостей різних способів підсилення будівельних конструкцій старовинних пам'ятників архітектури. Дослідження базується на наявних натурних спорудах старовинних пам'ятників архітектури, що знаходяться на території Сирії.

На захист представлені:

- ефективні способи збереження та відновлювання будівельних конструкцій стародавніх пам'ятників Сирії, включаючи елементи теорії та основи інженерних методів розрахунків при проектуванні та реалізації технічних рішень щодо реставрації пам'ятників архітектури Сирії;

- результати аналізу стану архітектурних пам'ятників арабського зодчества в Сирії;

- методологічні принципи комплексних інженерно-археологічних досліджень будівель-пам'яток з урахуванням їх взаємодій з навколишнім середовищем;

- методи і способи зміцнення стародавніх конструкцій;

- практичні рекомендації з розрахунку і проектування прийнятих способів збереження архітектурних пам'ятників Сирії.

Наукова новизна одержаних результатів:

- аналіз і класифікація дефектів і пошкоджень старовинних пам'ятників архітектури Сирії;

- аналіз і узагальнення найбільш ефективних способів підсилення і відновлювання з використанням місцевих матеріалів, придатних в умовах Сирії;

- пропозиції щодо впровадження в практику підсилення пам'ятників архітектури нових ефективних будівельних матеріалів;

- вдосконалення методів зміцнення та консервації кам'яних конструкцій, в тому числі масивних пам'ятників архітектури.

Практичне значення отриманих результатів полягає у тому, що запропоновані в ній принципи, конструктивно-технологічні рішення і розроблені методики розрахунку дають можливість впровадження ефективного способу підсилення і відновлення конструкцій пам'ятників архітектури Сирії та збереження історичної спадщини для народу.

За результатами проведених досліджень розроблений і застосований у практиці інженерної реставрації комплекс теоретичних положень та практичних інженерних методів, що становить наукову концепцію інженерного підсилення і відновлення пам'ятників архітектури. Цей комплекс досліджень являє собою

логічно та ієрархічно вибудований методичний засіб для вирішення широкого кола науково-дослідних, вишукувальних, проектних і виробничих завдань зі збереження нерухомих пам'яток історії та архітектури Сирії. Використання результатів досліджень здійснено у навчальному процесі КНУБА при викладанні курсів «Обстеження, випробування та методи підсилення будівельних конструкцій», «Діагностика технічного стану будівель та споруд», «Випробування будівельних конструкцій» для спеціальностей «Промислове і цивільне будівництво (ПЦБ)», «Реконструкція будівель та споруд (РБС)».

Достовірність основних положень дисертації підтверджена:

- використання надійних і апробованих методів підсилення, відновлення та реконструкції, а також порівнянням отриманих в дисертації результатів з даними, одержаних іншими авторами та опублікованими в технічній літературі;
- впровадженням результатів досліджень на реконструкції конкретного об'єкта – пам'ятнику фортифікаційної споруди – фортеці Аль-Хосн.

Особистий внесок здобувача:

- узагальнення і аналіз дефектів і пошкоджень, виконаних на основі власних вишукувань і обстежень старовинних пам'ятників архітектури;
- встановлення технологічної послідовності відновлюваних робіт і проектування підсилення будівельних конструкцій, в основному, при реставрації фортеці Аль-Хосн;
- організація послідовності робіт протягом реконструкції фортеці Аль-Хосн.

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертаційної роботи викладені та обговорені на семінарах кафедри залізобетонних і кам'яних конструкцій і на науково-технічних конференціях КНУБА у 2013-2014 рр.

Публікації. За результатами дослідження опубліковано шість статей: п'ять у збірниках наукових праць, рекомендованих МОН України, одна стаття в зарубіжному спеціалізованому виданні (у Вірменії).

Структура та обсяг роботи. Дисертація складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку літератури, що містить 112 найменувань. Обсяг роботи становить всього 162 сторінки машинописного тексту, у тому числі 92 рисунок, 6 таблиць і 62 формули.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, визначена мета і сформульовані завдання дослідження, відзначені наукова новизна і практична значимість отриманих результатів.

Перший розділ присвячений загальній характеристиці пам'яток архітектури Сирії. Розглянуто види архітектурних пам'ятників Сирії, їх історичний розвиток. Сформульовані основні концепції охорони історичних місць і завдання збереження культурної спадщини. Пам'ятники старовини кожного народу є у наш час свідченням давніх традицій. Збереження історичного архітектурного спадку - важливий елемент проблеми загальнонародської діяльності.

Основний принцип реставрації, а також пристосування пам'ятника архітектури - це збереження будівлі або споруди в первозданному вигляді. Як

правило, тут і виникають суперечності, викликані, з одного боку, прагненням зберегти пам'ятки у первісному вигляді без змін, а з іншого боку, необхідністю знайти для кожного конкретного пам'ятника архітектури таку функцію, яка б органічно вписувала його в існуючу структуру. Збереження пам'яток архітектури повинне сприйматися не як пасивна консервація того, що вже є, а як спадкоємний розвиток існуючого, при якому не втрачається накопичені культурні цінності. Мета використання історико-архітектурної спадщини в сучасному суспільстві, основним завданням ставиться дбайливе ставлення до пам'ятки архітектури, збереження його для майбутніх поколінь.

Питаннями реконструкцій і збереження стародавніх пам'ятників в Україні і світі займалися Е. Е. Водзинський, І. М. Воронов, О. М. Годованюк, В. О. Заболотний, О. В. Заваров, О. В. Лесик, Г. Н. Логвин, Е. В. Михайловський, Ю. А. Нельговський, О. П. Олійник, О. М. Пламеницька, Г. Д. Товстенко, Т. М. Трегубова, О. А. Швидковський та багато інших.

Поняття збереження пам'ятників архітектури містить в собі левову долю робіт з підсилення і відновлення будівельних конструкцій. Тому основною метою пропонованої роботи є проектування і технологічні заходи відновлення будівельних конструкцій старовинних пам'ятників з урахуванням місцевих умов і можливостей.

Методи підсилення будівельних конструкцій розробляли вітчизняні та закордонні учені і дослідники: В. С. Балицький, А. Я. Барашиков, М. Р. Бельський, П. Ф. Вахненко, В. М. Деркач, О. П. Кричевський, Д. М. Лазовський, Д. Р. Маїлян, О. М. Малишев, Б. С. Попович, Л. Н. Фомиця, О. С. Файвусович, Е. Р. Хіло, О. Л. Шагін та інші, а також Т. Ванек, Р. Залигер, М. Круль, Л. Лосьє, Ф. Леонгадт, А. Мітцев, Ю. Твері, Е. Фрейсінс та інші.

Запропоновано класифікацію відновлювальних і реставраційних робіт. Наведено зміст кожного способу відновлення старовинних пам'ятників Сирії.

Другий розділ містить результати дослідження факторів, які призводять до руйнування пам'ятників архітектури. Проведено аналіз дефектів основних конструкцій старовинних споруд, починаючи з основи і закінчуючи покриттями.

Всі види деформацій пам'ятників можна за чинниками походження розділити на дві основні групи:

- 1) деформації, пов'язані з внутрішнім, початково закладеним вадами конструкції або системи «основа - пам'ятник»;
- 2) деформації, викликані дією зовнішніх, вторинних непередбачених факторів.

Чинниками деформацій першої групи на території Сирії можуть бути:

- нестійка природна або штучна основа фундаментів - лес, мул, просідаючі і пучинисті ґрунти, зроблені з колод розподільні подушки, дерев'яні палі, різна органіка;

- зсувний, карстовий, затоплюючий або сейсмічний характер ділянки стародавнього будівництва, наявність джерел, близький рівень ґрунтових вод;

- слабкий (крихкий, мілкозакладений тощо) фундамент споруди, непропорційна навантаженням площа стрічкових і стовпчастих фундаментів в різного роду спорудах, наприклад будівлі хрестово-купольної системи;

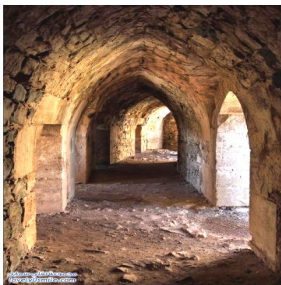
- бічний тиск ґрунту в підпірних стінках, насипних цоколях, підвальних і східчастих конструкціях;
- недостатня загальна просторова жорсткість будівель (великопрогонові і довгі споруди, будівлі з високорозташованим центром тяжкості мас); велика деформативність стиснутих елементів колон, стін, склепінчастих перекриттів;
- слабкий або незамкнений звязковий каркас, особливо, у сейсмонебезпечних районах;
- несприйнятливий распор арконо-стоєчних систем і склепінних перекриттів;
- нерационально прикладене або надмірне навантаження на перекриття; позацентрове навантаження вертикальних несучих конструкцій;
- використання слабого - тріщиноватого або нестійкого до атмосферних впливів будівельного матеріалу (наприклад, недопаленої цегли, сирій деревини); нерациональна орієнтація блоків з анизотропного, наприклад шаруватого, матеріалу: нерегулярний характер кладки;
- несприятливий руйнуючий режим роботи деяких міцних будівельних матеріалів, наприклад, залізного вапняку, в фундаментних конструкціях, які руйнуються в агресивному ґрунтовому середовищі, або елементів металевого звязевого каркаса, кородувальних в гігроскопічному вапняному розчині старої кладки;
- нерациональна для водостоку або снігозатримувальна форма покрівельних поверхонь; недосконала гідроізоляція, сприяюча намоканню і розморожуванню кладки конструкцій перекриття (ступінчасті покрівлі, плоскі покрівлі відкритих галерей, сходові майданчики, балкони та ін.);
- відсутність деформаційних і будівельних швів в різнооб'ємних, витягнутих або різночасових спорудах.

Чинниками деформацій другої групи найчастіше у описуваних умовах бувають результати людської діяльності: іригаційні роботи, перепланування і забудова ділянки пам'ятника, внутрішні перебудови з метою пристосування і різні експлуатаційні заходи. До зовнішніх чинників деформацій відносять також навмисні руйнування окремих конструкцій, наслідки воєн і стихійних лих.

Основними дефектами основ після багатьох років експлуатації історичних пам'ятників є суттєві коливання (підйом або пониження) ґрунтових вод, обумовлених, в основному, неправильною експлуатацією споруд. Це сприяє просіданню та нерівномірним деформаціям цілих об'єктів або їх елементів (рис. 1).

З іншого боку, якісне виконання кладки несучих конструкцій є гарантія їх збереження на довгий час, наприклад, фундаменти та підвальні приміщення споруд оборонної архітектури, замку Аль-Хосн, зведені переважно з тесаних базальтових або гранітних каменів і укладені на складному глиняно-вапняному розчині. Вони, в основному, знаходяться в задовільному стані і лише в деяких випадках потребують відновлення випавших каменів, зруйнованих швів або фрагментів кладки.

а)



б)



в)



Рис.1. Приклади пошкоджень конструкцій фортеці Аль-Хосн в результаті нерівномірного осідання основ: а - тріщини в підвалах галерей; б – розрушення каменів арки в південній частині фортеці; в - відділення кута кріпосної стіни південної частини

До дефектів кам'яних конструкцій будівель і споруд, які часто зустрічаються в старовинних пам'ятниках, відносять:

- 1) деформації стін (прогини, відхилення від вертикалі) (рис.2);
- 2) відколи, раковини, вибоїни та інші порушення суцільності кладки;
- 3) зволоження кладки стін (рис.3), вивітрювання та вимивання розчину;
- 4) пошкодження захисних та оздоблювальних шарів;
- 5) руйнування несучого шару стін і стовпів.



Рис.2. Вертикальні тріщини в будівлі мертвого міста Серджилла



Рис.3. Кам'яні склепіння великого залу фортеці Аль-Хосн що руйнуються в результаті просочування води

Склепіння і їх системи руйнуються при втраті стійкості аркових форм, причиною тому бувають:

- 1) горизонтальне переміщення опори (опірною контуру);
- 2) вертикальне переміщення п'яти склепіння, що можливо при осіданні або руйнуванні опори (центрального стовпа, стіни), а також при розробленні великого додаткового отвору під п'ятою склепіння, наприклад, знищення простінка між розпалубками;
- 3) нерациональна форма стосовно даного навантаження;
- 4) недостатня товщина і хиткість склепіння;
- 5) перевищення допустимого навантаження на склепіння або неправильне розміщення навантаження;
- 6) руйнування або старіння будівельного матеріалу - каменю, цегли, розчину, металу зв'язків.

В результаті обстеження перекриттів і підлог древніх будівель Сирії визначили такі дефекти і пошкодження:

- наявність ураження грибками, гниллю і дереворуйнівними комахами дерев'яних балок. На рис. 4 наведено Османський дім в фортеці Аль-Хосн, покриття якого зруйнувалося під впливом гнилі і грибків. Всі балки покриття замінили новими дерев'яними брусами.
- наявність прогинів, тріщин, вогкості і підтікання в стелях;
- наявність хисткості підлог;
- наявність оголених металевих анкерів і ступінь їх корозії;
- розшарування і здуття підлог.

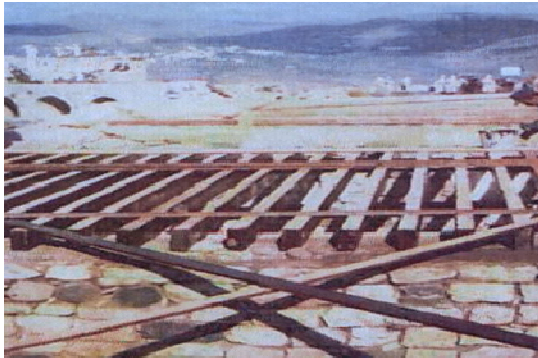


Рис.4. Заміна балок в перекриттях Османського дому, фортеці Аль-Хосн, завданих гнінням і дії грибків

Не варто забувати і про сейсмічну небезпеку. Землетруси є одним з найбільш руйнівних катастрофічних явищ. Внаслідок землетрусів постраждали багато об'єктів, серед яких особливе місце займають пам'ятники архітектури арабського зодчества, що знаходяться під охороною ЮНЕСКО. Детальне описування цих

об'єктів з переліками пошкоджень від сейсмічних впливів наведено у дисертації. Збереження цих пам'яток має велике значення для світової художньої спадщини.

У висновках з другого розділу дана класифікація дефектів і пошкоджень старовинних пам'яток архітектури, які найчастіше зустрічаються на об'єктах реставрації.

У **третьому розділі** розглянуто основні методи підсилення будівельних конструкцій пам'яток архітектури.

Розглянуто різні способи закріплення ґрунтів основ, які застосовують при реставрації або відновленні пам'яток архітектури. Часто використовують такі засоби, як цементацію, силікатизацію, електрохімічне або термічне закріплення. У розділі наведено класифікацію радіусів закріплення різних ґрунтів Сирії при реконструкції споруд.

Одним з найбільш радикальних і ефективних заходів зміцнення фундаментів слід вважати установку коренеподібних паль (рис.5). Це спосіб був застосований при реставрації деяких пам'яток оборонної архітектури Сирії у випадках наявності під спорудою прошарків слабких ґрунтів.

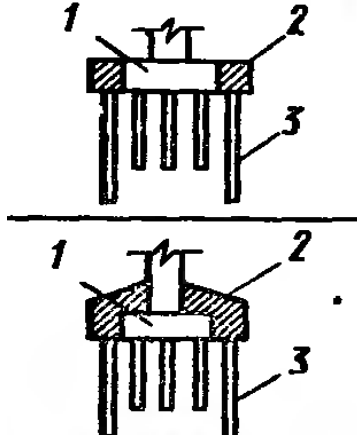


Рис.5. Схеми підсилення основ фундаментів коренеподібними пальми:
1 — підсилюючий фундамент; 2 — ростверк підсилення; 3 — коренеподібні палі

Визначення несучої здатності палі по ґрунту F_d виконують за формулою

$$F_d = \gamma_{CR} f A + u \sum_1^n \gamma_{CF} f_i h_i \quad (1)$$

де γ_c - коефіцієнт умов роботи палі в ґрунті; $\gamma_c=1$;

f - розрахунковий опір ґрунту під нижнім кінцем палі, кПа,

A - площа поперечного перерізу палі, м²;

u - зовнішній периметр поперечного перерізу палі, м;

f_i - розрахунковий опір i -го шару ґрунту основи на бічній поверхні палі, кПа,

h_i - товщина i -го шару ґрунту, що стикається з бічною поверхнею палі, м;

γ_{CF} - коефіцієнти умов роботи ґрунту відповідно під нижнім кінцем і на бічній поверхні палі.

Розрахункове допустиме навантаження на палю P розраховують за формулою

$$P = Fd / \gamma_k, \quad (2)$$

де γ_k - коефіцієнт надійності;

d - діаметр (сторона) палі.

Необхідне число палей n на один погонний метр довжини стрічкового фундаменту визначають за формулою

$$n = N_1 / P - 8d^2 \cdot \gamma_m, \quad (3)$$

де $8d^2$ - усереднена вантажна площа навколо палі, з якої передається навантаження від власної ваги ростверку, надростверкової конструкції і ґрунтовій пригрузці на ростверку;

h - висота ростверку і надростверкової підземної конструкції, навантаження від яких не увійшла в розрахунок при визначенні N_1 ;

γ_m - середня питома вага ґрунту і бетону над підшоною ростверку.

Для підсилення конструкцій фундаментів з кам'яної кладки найбільш часто застосовували заміну старої кладки. При цьому зазвичай робили збільшення площі підшови і глибини закладення фундаменту (рис.6).

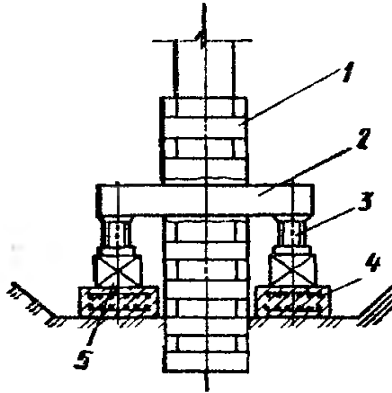


Рис.6. Підсилення стрічкового фундаменту:

- 1 - підсилюваний фундамент; 2 - розвантажуюча балка; 3 - підставка; 4 - розподільний ростверк; 5 - домкрат

Додаткову площу фундаменту $A_{ад}$, на яку необхідно збільшити площу існуючого фундаменту A визначають за формулою:

$$A_{ад} = \frac{N - N_0}{f_0 - \gamma_m H} \quad (4)$$

де, N - нове збільшене навантаження; N_0 - навантаження, яке сприйняв фундамент; f_0 - розрахунковий опір ґрунтової основи; $\gamma_m = 20 \text{кН/м}^3$ - усереднена вага одиниці об'єму фундаменту и засипки над ним; H - глибина закладення фундаменту.

Підсилення і відновлення елементів кам'яних конструкцій може бути виконано шляхом ін'єктування, влаштування різних обойм, збільшення перетину стовпів або простінків, заміною цегляних надпрорізних перемичок на залізобетонні або металеві, установкою систем металевих тяжів і накладок та ін.

У зв'язку з тим, що кам'яні конструкції зазнають в основному стискаючі зусилля, найбільш ефективним способом їх підсилення є улаштування сталевих, залізобетонних і армованих ростворних обойм (рис.7).

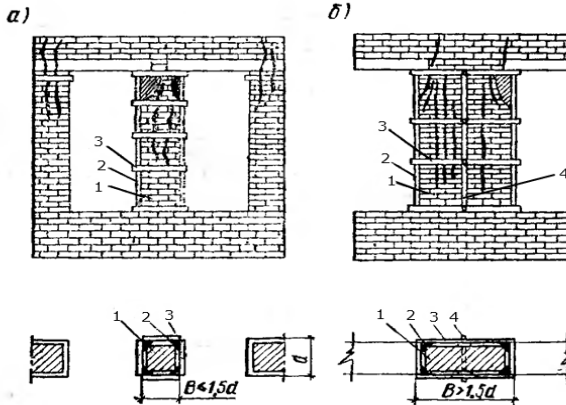


Рис.7. Підсилення кам'яних простінків сталевими:

1 – цегляний стовбчик; 2 – сталеві кутики; 3 - планка; 4 - поперечний зв'язок

Розрахунок конструкцій із кам'яної кладки, підсиленої сталевими обоймами, виконують за формулою:

$$N \leq \gamma_g \varphi \psi \left[(\gamma_k f_{sc} + \eta \frac{2.5\mu}{1+2.5\mu} \cdot \frac{f_y}{100}) A + f_y A_y \right]; \quad (5)$$

Коефіцієнти ψ і η приймають при центральному стисканні $\psi=1$ і $\eta=1$; при позацентровому стисканні:

$$\psi = 1 - \frac{2 \cdot e_0}{h}; \quad \eta = 1 - \frac{4 \cdot e_0}{h};$$

В формулі:

N - поздовжня сила;

A - площа перерізу підсилюючої кладки;

A_y - площа перерізу сталеві обойми;

f_y - розрахунковий опір поперечної арматури обойми;

f_{sc} - розрахунковий опір кутиків або поздовжньої стиснутої арматури;

φ - коефіцієнт поздовжнього вигину;

γ_g - коефіцієнт, що враховує вплив тривалої дії навантаження;

γ_k - коефіцієнт умов роботи кладки, прийнятий рівним 1 для кладки без пошкоджень і 0,7 - для кладки з тріщинами;

γ_{cd} - коефіцієнт умов роботи бетону, що дорівнює: 1 - при передачі навантаження на

обойму і наявності опори знизу обойми, 0,7 - при передачі навантаження на обойму і відсутності опори знизу обойми і 0,35 - без безпосередньої передачі навантаження на обойму;

μ - відсоток армування хомутами або поперечними планками.

При відхиленні від вертикалі або випученні кам'яних елементів (стін, стовпів, перегородок) в межах висоти поверху на величину до $\frac{1}{3}$ товщини в розрахунку враховують відповідне збільшення ексцентриситету діючого навантаження; при більшому відхиленні або випученні зазначені елементи підлягають розбиранню.

На ділянках стін з випученням (рис.8) згинальний момент поздовжнього вигину може бути визначений за формулою (6).

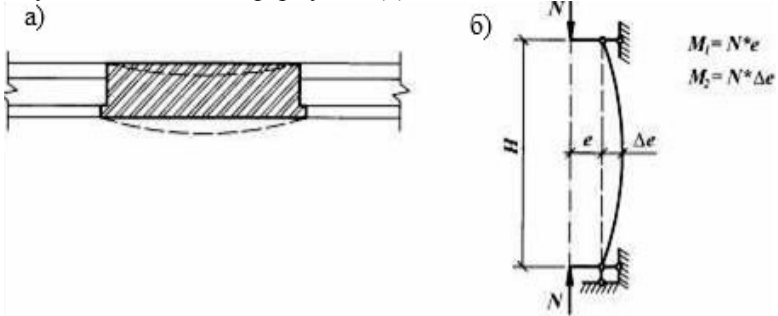


Рис.8. Деформація (а) і розрахункова схема (б) простінки при його випученні

$$M = M_0 \cdot \frac{C_m}{1 - \frac{N}{N_{cr}}}, \quad (6)$$

де M_0 - максимальне значення згинального моменту від діючих зовнішніх навантажень (позацентрового вертикального навантаження і поперечних сил);

$$C_m = 0.6 + 0.4 \cdot \frac{M_1}{M_2} \geq 0.4, \quad (7)$$

C_m - коефіцієнт, який характеризує різні випадки поєднання моментів M_1 і M_2 ; N - поздовжнє зусилля в стіні; N_{cr} - руйнівне зусилля.

Розглянуто сучасний метод підсилення за допомогою композитних матеріалів. Ці матеріали мають високу міцність при невеликій власній вазі, практично не піддаються корозії і тому довговічні. Виробництво робіт з підсилення значно прискорюється в зв'язку з компактністю і легкістю самої системи підсилення. У багатьох випадках роботи можуть проводитися без зупинки виробництва. Враховуючи це, підсилення композитними матеріалами ідеально підходить для споруд, що знаходяться в аварійному стані, включаючи пам'ятники архітектури.

Реставрація покриттів і перекриттів містить всі роботи, починаючи з влаштування місцевого підсилення і закінчуючи заміною всього перекриття.

Монолітні плити перекриття посилюють методом нарощування (рис.9), тобто бетонуванням додаткової залізобетонної плити поверх існуючої, а також підведенням додаткових опор у вигляді монолітних залізобетонних або металевих балок.

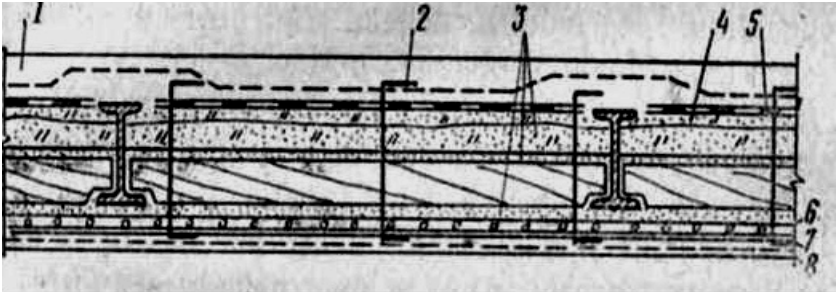


Рис.9. Підсилення монолітного перекриття по зберігаючому міжбалочному заповненню: 1 - залізобетонна плита; 2 - Г-подібні анкери-підвіски; 3 - існуюче міжбалочне заповнення; 4 - додатковий шар засипки; 5 - шар руберойду; 6 - арматурний каркас; 7 - штукатурна сітка; 8 - штукатурка

При розрахунку підсилення плит перекриття враховують додатковий момент, створюваний навантаженням власною вагою шару бетону товщиною d (рис.10). Для статично визначеної плити цей момент:

$$M_q = 0.125d\rho_b b_{sup}\gamma_f l_0^2 = dk \quad (8)$$

де ρ_b – щільність бетону нарощування, кН/см^3 ;

b_{sup} – розрахункова ширина плити;

l_0 - розрахунковий проліт плити;

γ_f - коефіцієнт надійності з навантаження для власної ваги матеріалу нарощування.

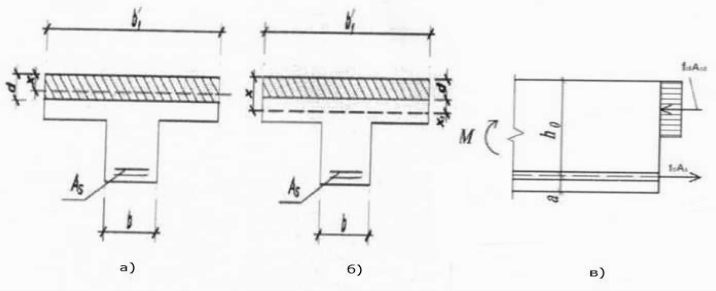


Рис. 10. Розрахункова схема підсилення плити перекриття:

а – перший випадок при $d \geq x_{ad}$; б – другий випадок при $d \leq x_{ad}$;

в – епюра напружень в бетоні

Із умови рівноваги відповідно для основного і підсилюваного перерізів

$$x b_f f_c = A_s f_s; \quad (9)$$

$$x_{ad} b_f f_{ca} = A_s f_s \quad (10)$$

отримуємо співвідношення, що враховує різну міцність бетону, що потрапив в стиснуту зону посиленого перерізу

$$x_{ad} = x\beta, \quad (11)$$

$$\text{де } \beta = \frac{f_c}{f_{c,ад}}$$

Залежно від положення нейтральної осі (у шарах нарощування або в межах полки основного перерізу) розрізняють два розрахункових випадка. Якщо висота шару нарощування, що визначається по залежності:

$$d = \frac{M_{tot} - A_s f_s (h_0 - 0.5x\beta)}{A_s f_s - k} \quad (12)$$

виявиться більше висоти стиснутої зони:

$$x_{ад} = A_s f_s / b_f f_{c,ад} \quad (13)$$

то нейтральна вісь проходить в шарі нарощування. Це перший розрахунковий випадок, для якого міцність перерізу визначаємо із залежності

$$M_{tot} + M_q \leq A_s f_s (h_{0,ад} - 0.5x_{ад}), \quad (14)$$

де $h_{0,ад} = h_0 + d$.

Якщо $d \leq x_{ад}$ розрахунок виконують по другому випадку, в якому висоту стиснутої зони представляють сумою по формулі $x=d+x_1$. Висоту перерізу нарощування визначають за формулою (12), а складову x_1 по залежності

$$x_1 = \frac{A_s f_s - f_{c,ад} b_f d}{f_c b_f} \quad (15)$$

Міцність підсиленого перерізу повинна задовільняти умові

$$M_{tot} + M_q \leq f_{c,ад} b_f d (h_0 + 0.5d) + f_c b_f x_1 (h_0 - 0.5x_1) \quad (16)$$

Якщо міцності бетону основного перерізу і перетину нарощування прийняті однаковими ($f_b = f_{b,ад}$, $\beta = 1,0$), формула (12) приймає вид

$$d = \frac{M_{tot} - M_u}{A_s f_s - k} \quad (17)$$

де $M_u = A_s f_s (h_0 - 0.5x)$ – несуча здатність нормального перерізу до підсилення.

Вузли защемлення у балках перекриття старих будинків підсилювали шляхом збільшення опорної площі (рис.11).

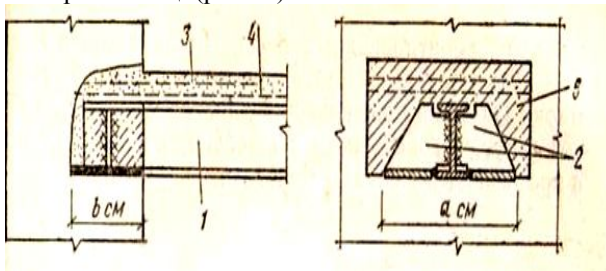


Рис.11. Вузол защемлення:

- 1 – сталевий профіль; 2 – опорний сталевий столик;
3 – опорна сітка; 4 – сітка плити перекриття; 5 – бетон

Розрахунок вузла опирання виконують в такій послідовності:

1.Перевіряють несучу здатність балки і кладки

$$W = ql^2 / 8f_k \quad (18)$$

$$f = 5/384 q^H l^4 / EI \quad (19)$$

де f_k – розрахункове значення кладки стіни; $f_k = K f_b^x f_m^{\beta}$
 q^H – нормативне значення навантаження.

Необхідна площа опорної частини балки, яка здатна передавати зусилля, що виникає в кладці, визначається розрахунком кладки на зминання. Максимальне значення напружень зосереджених на внутрішній грані стіни $\sigma_{max} = \sigma_u + \sigma_o = M/W + N/a_o b_o$, де M – момент при закладанні, кНм; N – вертикальні реакції, кН; a_o – глибина закладання балки, см; b_o – ширина балки, см; W – момент опору балки, см³.

Мінімальне значення напруження, що зосереджене над балкою $\sigma_{min} = \sigma_n + \sigma_o$.

$$N = ql^2 / 8la_o \quad (20)$$

$$\sigma_{min} = ql^2 / 8W - N / Af_m \quad (21)$$

2.Враховуючи те, що значні напруження виникають від вертикальних сил, визначають необхідну площу зминання по N . Розрахунковий опір кладки зминанню приймають $f_m = 2$ МПа.

Арки і склепіння, які присутні в більшості історичних пам'яток Сирії, відновлювали, попередньо розвантажуючи їх за допомогою дерев'яних елементів: стійок, підкосів, кружал тощо. Розвантажені конструкції арок і склепінь перекладали, використовуючи сучасні високоміцні в'язучі матеріали (високоміцні цементи, полімери, клеї тощо). Запропоновано найбільш ефективні способи відновлення і підсилення конструктивних елементів арок і склепінь.

При виборі методів і засобів підвищення сейсмостійкості архітектурних пам'яток спочатку необхідно керуватися загальними підходами, що включають в себе комплекс загальноновизнаних заходів.

При реалізації обраного методу підсилення керуються тим, щоб обраний метод не порушив архітектурної цілісності пам'ятника і забезпечував необхідну його надійність при різних впливах.

Враховуючи досить високу сейсмічну активність території Сирії, в розділі 3.5 було оцінено стан сейсмічної уразливості деяких найбільш відомих і значущих пам'яток архітектури арабського зодчества. Для цього був обраний найбільш характерний об'єкт, що відображає архітектурно-художню особливість ісламської архітектури і неодноразово страждав від землетрусів, - мечеть Омейядів у місті Дамаску.

З виконаних розрахунків було запропоновано чотири варіанти підсилення фундаментів під колони мечеті Омейядів. Всі варіанти містять ті або інші елементи сейсмоізоляції і мають на меті зниження небажаної концентрації напружень у всіх вищеразміщених несучих конструкціях.

Четвертий розділ присвячений опису практичного впровадження запропонованих методів реставрації на фортеці Аль-Хосн. В хронологічному порядку була проаналізована історія замку фортеці Аль-Хосн з точки зору

будівництва, її численних реконструкцій та перебудов. Охарактеризовано основні конструктивні системи, а також використані будівельні матеріали будівель і споруд пам'ятника.

Запропоновано поділ комплексу будівель і споруд фортеці умовно на чотири рівня відповідно з їх розташуванням на місцевості, функціональними і конструктивними особливостями (рис.12). Такий поділ дозволив систематизувати і спланувати реставраційно-відновлювальні роботи, визначити найбільш пошкоджені окремі конструкції та споруди в цілому, намітити черговість ремонтів та реконструкцій.

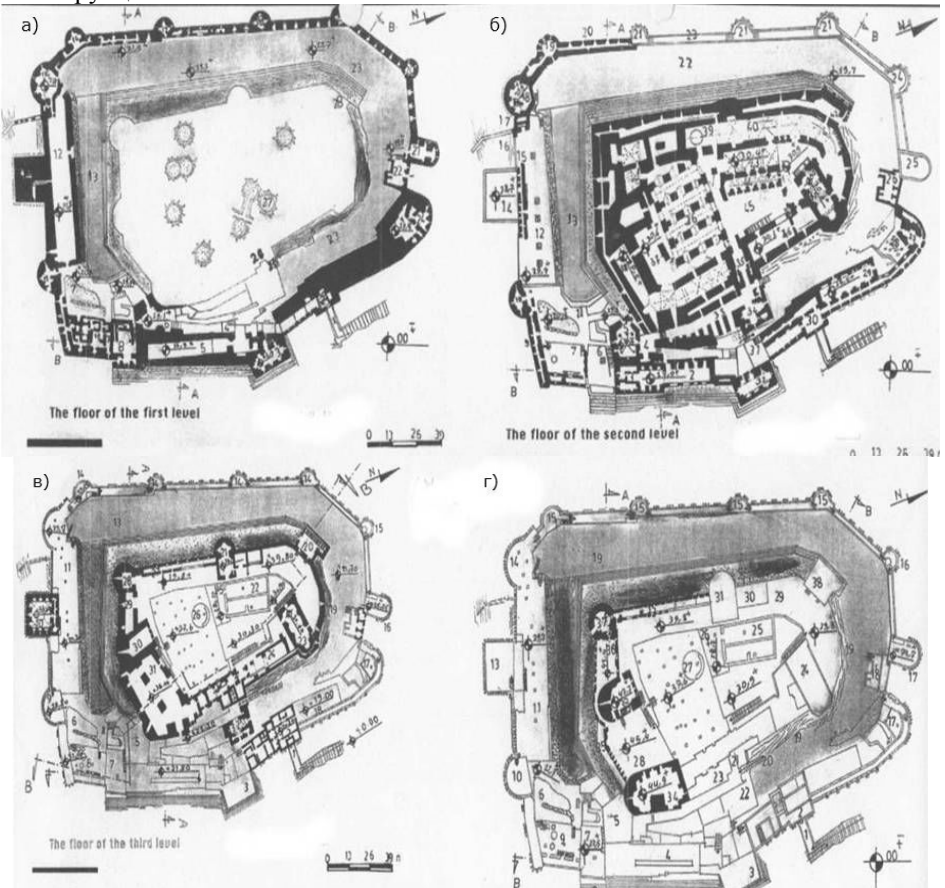


Рис.12. Умовний поділ фортеці Аль-Хосн на рівні по вертикалі:
а, б, в, г - плани на позначці підлоги відповідно першого, другого, третього і четвертого рівнів.

Виконано оцінку технічного стану фортеці та її елементів на момент реставрації. Ретельно вивчені історико-архівні документи, досліджені властивості ґрунтів основ, технічний стан конструкцій. Проведені лабораторні дослідження

дозволили оцінити міцнісні і деформаційні властивості збережених конструкційних матеріалів.

Зроблена класифікація дефектів конструкцій, будівель і споруд фортеці за ступенем небезпеки. Натурні дослідження пам'ятників архітектури замку-фортеці Аль-Хосн, які були проведені перед реставраційно-відновлювальними роботами, дозволили визначити їх терміни і зміст. В процесі натурних обстежень виконані розкопки, розкриття. Виконані археологічні обміри будівель, що дало змогу намітити першочергові роботи з ремонту і консервації конструкції і споруд.

Реставраційні та відновлювальні роботи замку - фортеці Аль-Хосн здійснювали на чотирьох рівнях, на які був умовно розділений пам'ятник (рис.13). При відновленні та реставрації поєднували сучасні методи роботи і матеріали з прагненням максимально можливо зберегти справжність об'єкта.

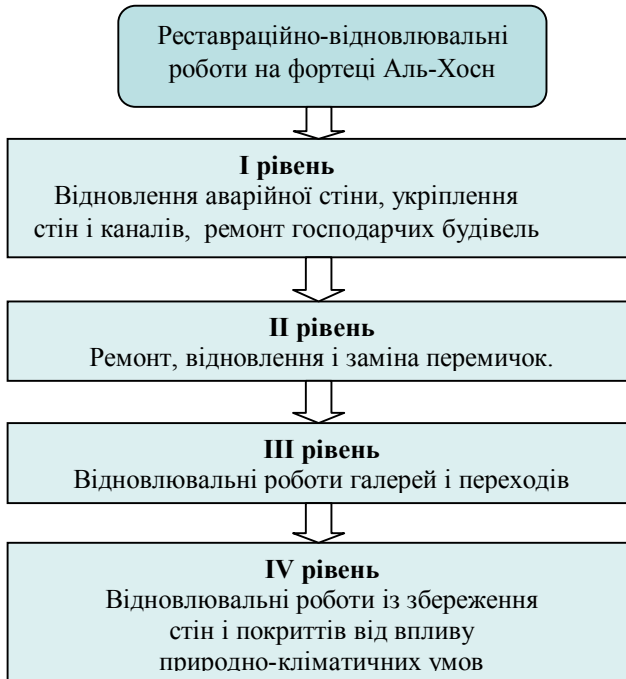


Рис.13. Блок-схема реставраційно-відновлювальних робіт проведених у фортеці Аль-Хосн

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В ході виконання роботи отримані наступні теоретичні висновки та практичні результати:

1. Обстеження відомих історичних пам'ятників архітектури, в тому числі і пам'ятників оборонного зодчества, дозволили провести аналіз та систематизацію їх

дефектів і пошкоджень, починаючи з основ і закінчуючи покриттями, включаючи архітектурні деталі.

Характеристики впливів на пам'ятники архітектури класифікують за двома основними групами. До першої групи відносять вплив природного характеру: кліматичні, зволожуючі, діяльність рослин і мікроорганізмів і т. п. До другої групи відносять збиток від діяльності людей: вплив потоків туристів, вплив транспортних засобів, різних видів перебудов і несанкціонованих реконструкцій, свідоме псування елементів пам'ятника і т. п.

2. Систематизація і класифікація дефектів основ, конструкцій, а також будівель і споруд в цілому проведена за ступенем небезпеки, способам виявлення і можливостям усунення.

3. Встановлені найхарактерніші дефекти надземної і підземної частин споруд. Виявлені основні причини руйнувань основ, фундаментів, стін, покриттів і перекриттів будинків і споруд, що становлять комплекси історичних пам'ятників.

До основних дефектів підземної частини пам'ятників архітектури відносяться; наявність тріщин, викривлення рядів кладки підвальних приміщень; наявність вологості, випадання окремих фундаментів і стін підвальних приміщень; наявність ґрунтових вод і т. п.

Характерними дефектами надземної частини споруд є: наявність тріщин в місцях сполучень кам'яних стін і несучих конструкцій; наявність розшарувань рядів кладки, вивітрювання окремих каменів; ослаблення кріплення виступаючих архітектурних деталей; наявність тріщин в кладці склепінь; відхилення стін від вертикалі, випинання і просадка окремих ділянок; наявність вологості та підтікнень в місцях відливів і т. п.

4. Запропоновано методи визначення технічного стану та ступеня пошкодженості несучих, огорожувальних та декоративних елементів пам'ятника на момент обстеження. При реконструкції фортеці Аль-Хосн виконано оцінювання ресурсу пам'ятника у цілому і його елементів як за першою групою граничних станів - несучої здатності, стійкості, так за другою групою граничних станів - придатності до нормальної експлуатації, тобто з визначенням деформацій, прогинів, рівня утворення і розкриття тріщин.

5. Аналіз стану сейсмологічної ситуації на території Сирії свідчить про досить високу її активність, що суттєво позначається на стані пам'яток архітектури. Оцінка наслідків минулих землетрусів показала, що ці історичні об'єкти, що є шедеврами світової культури, зазнавали значних пошкоджень різного характеру. Так, мечеть Омейядів постраждала від декількох землетрусів в 846 р, 1157, 1200, 1201, 1302 і 1759 роках. Найстрашніший землетрус стався в 1759, коли мечеть була повністю зруйнована. Тоді ж були зруйновані: найбільший пам'ятник османської епохи - мечеть Такия Сулейманія, а також палац Османського правителя Асаад Баша Аль-Азем. Фортеця Аль-Хосн з 1142 по 1202 рр. тричі страждала від землетрусу.

Встановлено, що при сейсмічних впливах в мечеті Омейядів найбільш уразливими місцями є з'єднання арок зі стовпами і вузли сполучення основи купола з верхньою пірамідалною надбудовою.

6. Аналіз існуючих підходів до підвищення сейсмостійкості архітектурних пам'яток показав, що для підвищення або відновлення їх сейсмостійкості необхідно використовувати різні рішення налаштовані головним чином на максимальну користь того або іншого методу. Завдяки їм збережені цілісність архітектурного вигляду будинків та забезпечення їх надійності під час землетрусів.

7. Роботи з реставрації, відновленню і підсиленню частин пам'ятника архітектури виконані відповідно до вимог існуючих на той час сучасних нормативних документів. При цьому використані останні досягнення в галузі будівельних матеріалів і техніки. Водночас було присутнє дбайливе ставлення до елементів старовини, що багато в чому визначало способи ремонту і реставрації.

8. Реставраційно-відновлювальні роботи в замку - фортеці Аль-Хосн були виконані з урахуванням досвіду, накопиченого багатьма поколіннями реставраторів не тільки Сирійської Арабській Республіки, але й завдяки ретельному аналізу досвіду багатьох країн Європи та Близького Сходу.

9. Відновлення пам'ятника фортеці Аль-Хосн практично в повному обсязі вносить вагомий вклад в скарбничку відроджених пам'ятників світового історико-архітектурного мистецтва.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ ДИСЕРТАЦІЇ ОПУБЛІКОВАНИЙ В НАСТУПНИХ РОБОТАХ

1. Барашиков А. Я. Сохранение древних архитектурных памятников Сирии – первоочередная задача всего прогрессивного человечества / А. Я. Барашиков, М. Г. Алиа // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. – Рівне: НУВГП, 2013. – №25 – С. 507-512.

2. Алиа М. Г. Конструктивные и технологические приемы усиления памятников архитектуры Сирии / М. Г. Алиа // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. – Рівне: НУВГП, 2013. – №27 – С. 280-287.

3. Алиа М. Г. Особенности усиления каменных конструкций при реконструкции памятников архитектуры Сирии / М. Г. Алиа // Науковий вісник будівництва. – Харків: ХНУБА, 2014. – №2(76). – С. 71-75.

4. Алиа М. Г. Особенности восстановления арочных конструкций при реконструкции памятников архитектуры Сирии / М. Г. Алиа // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. – Рівне: НУВГП, 2014. – №28 – С. 470-476

5. Алиа М. Г. Применение современных композитных материалов при усилении древних сооружений Сирии / М. Г. Алиа // Науковий вісник будівництва. – Харків: ХНУБА, 2014. – №3(77) – С. 94-97.

6. Алиа М. Г. Характерные дефекты элементов конструкций памятников архитектуры Сирии / М. Г. Алиа // Известия НУАСА. – Ереван: НУАСА, 2014. – №6/2014. – С. 3-6.

АНОТАЦІЯ

Алиа М.Г. Підсилення та відновлення будівельних конструкцій при реконструкції архітектурних пам'яток Сирії. – на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук: спеціальність 05.23.01 – Будівельні конструкції, будівлі та споруди. – Київський національний університет будівництва та архітектури. – Київ, 2015.

Дисертаційна робота є експериментальним дослідженням, в якому використано великий обсяг нормативних, бібліографічних та архівних джерел, що визначає особливості підсилення та відновлення архітектурних пам'яток, аналізує практичний досвід реставрації, дозволяє широко впроваджувати отримані результати для реконструкції стародавніх споруд.

Автором надано низку конструктивно-технологічних пропозицій щодо ефективного підсилення та відновлення пам'яток архітектури.

Ключові слова: підсилення, реконструкція, пам'ятки архітектури, охорона культурної спадщини, консервація, реставрація, відновлення.

АНОТАЦІЯ

Алиа М.Г. *Усиления и восстановления строительных конструкций при реконструкции архитектурных памятников Сирии.* - На правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук: специальность 05.23.01 - Строительные конструкции, здания и сооружения. - Киевский национальный университет строительства и архитектуры. - Киев, 2015.

Диссертационная работа является экспериментальным исследованием, в котором большой объем нормативных, библиографических и архивных источников, определяет особенности усиления и восстановления архитектурных памятников, анализирует практический опыт реставрации, позволяет широко внедрять полученные результаты для реконструкции древних сооружений.

Автором предоставлен ряд конструктивно-технологических предложений по эффективному усилению и восстановлению памятников архитектуры.

Ключевые слова: усиление, реконструкция, памятники архитектуры, охраны культурного наследия, консервація, реставрація, відновлення.

ANNOTATION

Alia M.G. *Enhancement and restoration of building structures in the reconstruction of architectural monuments Syriyi.* - On the rights of a manuscript.

Dissertation for the degree of candidate of technical sciences, specialty 05.23.01 - Building structures and buildings. - Kyiv National University of Construction and Architecture. - Kyiv, 2015.

The thesis is an experimental study, which used a large amount of standard, bibliographical and archival sources that determines the characteristics of enhancement and restoration of architectural monuments, analyzes practical experience in restoration, allowing to implement well the results for the reconstruction of ancient buildings.

The author has provided a number of constructive-technological proposals for the effective enhancement and restoration of monuments of architecture.

Keywords: reinforcement, renovation, architectural monuments, cultural heritage protection, conservation, restoration, reproduction.