

УДК 69.059.25:725.94

Осипов Сергій Олександрович

Кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри технології будівельного виробництва
Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ

Осипов Олександр Федорович

Доктор технічних наук, професор, професор кафедри технології будівельного виробництва
Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ

Слись Олег Володимирович

Інженер, аспірант кафедри технології будівельного виробництва
Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ

**ПЕРЕДУМОВИ ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ
РЕСТАВРАЦІЇ КАМ'ЯНОЇ КЛАДКИ ПАМ'ЯТОК АРХІТЕКТУРИ**

***Анотація.** Стаття присвячена розв'язанню актуального науково-прикладного проблемного питання – підвищення ефективності будівельних процесів під час реставрації кам'яної кладки несучих стін пам'яток архітектури. Реставрація пам'яток архітектури належить до найважливіших питань людства, бо спрямована на збереження культурної спадщини суспільства. Але технологічні процеси реставрації при відновленні та укріпленні несучих кам'яних стін пам'яток архітектури відрізняються суттєвою трудомісткістю, що обумовлено індивідуальністю технічного стану кам'яної кладки та рівнем її збереженості. Обґрунтовано загальнодержавну, галузеву та науково-прикладну актуальність обраного напрямку дослідження – вдосконалення будівельних процесів реставрації кам'яної кладки несучих стін пам'яток архітектури. Досліджено та виконано узагальнення основних різновидів кам'яної кладки пам'яток архітектури України.*

***Ключові слова:** технологічні процеси; реставрація; кам'яна кладка; несучі стіни; пам'ятники архітектури*

Постановка проблеми

Реставрація пам'яток архітектури належить до найважливіших питань України, спрямованих на збереження культурної спадщини суспільства.

Важливо також збереження технічних та технологічних знань, які розкриваються під час реставрації будівель і споруд попередніх історичних епох, що в цілому характеризує значущість реставрації для науки – технологію та організацію промислового та цивільного будівництва.

В Україні є багато пам'яток архітектури різних періодів будівництва, у яких переважно несучі конструкції виконані з кам'яної кладки, сукупні обсяги якої можна оцінити як великомасштабні, що обумовлює актуальність вирішення науково-прикладного проблемного питання – підвищення ефективності технологічних процесів під час реставрації кам'яної кладки несучих стін пам'яток архітектури.

Аналіз досліджень і публікацій

Різні аспекти поставленого проблемного питання були висвітлені в роботах багатьох вчених-реставраторів: В.Р. Бернгард [1], И.Э. Грабарь [2],

С.С. Под'япольський, Г.Б. Бессонов, Л.А. Беляев, М. Постникова [3], П.П. Покришкін [4], Є.К. Карапузов, В.В. Лайкін, О.М. Лівінський [5], С.Д. Крижицький [6], Н.Л. Жариков [7], Е.В. Михайловський [8], П.А. Раппопорт [9], А.Л. Баталов, І.А. Бондаренко [11], Кантакьюзино, Щербан, Брандт, Сьюзен [10], А. Barbacci [12] та у працях інших вчених України і зарубіжжя.

Реставраційні процеси здійснюються відповідно до закону України «Про охорону культурної спадщини», Всесвітньої Хартії реставраторів, державних норм та практичних рекомендацій [13 – 17].

Мета статті

Мета статті – всебічне обґрунтування загальнодержавної, галузевої та науково-прикладної актуальності вдосконалення технологічних процесів реставрації кам'яної кладки несучих стін пам'яток архітектури.

Специфіка реставрації пам'яток архітектури накладає жорсткі обмеження на методи і прийоми виконання будівельних процесів загалом та при укріпленні кам'яних стін зокрема. Головними обмеженнями є гарантоване збереження ідентичності кам'яних конструкцій та пам'яток архітектури у цілому. На вирішення цього питання спрямовані

здійснені дослідження та узагальнення основних різновидів кам'яної кладки пам'яток архітектури України, що дійшли до нашого часу.

Систематизація вирішень кам'яної кладки, що дійшли до нашого часу, є науково-технічною передумовою розробки та обґрунтування таких методів відновлення кам'яної кладки, які будуть гарантовано забезпечувати збереження ідентичності кам'яних конструкції та пам'яток архітектури.

Виклад основного матеріалу

Сучасна соціально-економічна доктрина України спрямована на створення сучасного промислового потенціалу та формування громадського суспільства, в якому кожний її індивідуум є гармонійно розвинутою особистістю. Гармонійно розвинута особистість формується в умовах високої матеріальної та нематеріальної культури суспільства, яка у свою чергу ґрунтується на наявній культурній спадщині.

Культурна спадщина, в її широкому значенні як сукупність всіх елементів матеріальної і нематеріальної культури, визначає не тільки вихідний рівень розвитку суспільства у подальшому, але й забезпечує цілеспрямований вплив позитивних вражень від естетичного її споглядання. Тому *актуальнішим загальнодержавним питанням* є збереження всіх елементів культурної спадщини України, що дійшли до нашого часу та зберегли свою автентичність, й насамперед пам'яток архітектури, як елементів культурної спадщини, що мають найбільшу доступність для споглядання широким колом громадян нашої держави та зарубіжжя.

Будь-який об'єкт культурної спадщини національного або місцевого значення, що занесений до Державного реєстру нерухомих пам'яток України, є пам'ятником, якій, відповідно до закону України «Про охорону культурної спадщини», передбачено охороняти шляхом здійснення «...комплексу заходів з обліку (виявлення, наукове вивчення, класифікація, державна реєстрація), захисту, збереженню, належному утриманню, відповідному використанню, консервації, реставрації, реабілітації та музеєфікації» [13, стаття 1].

Враховуючи, що до Державного реєстру нерухомих пам'яток України включено біля 20 тисяч пам'яток архітектури, з них майже 5 тисяч національного значення [7; 14], можна стверджувати, що обсяги реставраційних робіт щодо захисту, збереженню та належному утриманню пам'яток архітектури є *вельми представницькими*.

Переважає кількість пам'яток архітектури нашої держави, що дійшли до нашого часу, є кам'яними спорудами з несучими стінами, виконаними із кам'яної кладки, сукупні обсяги укріплення або відтворення якої можна оцінити як *великомасштабні*. При цьому особливо необхідно

відмітити, що *трудомісткість відновлення та укріплення несучих стін, враховуючи суттєву індивідуальність технічного стану кам'яної кладки пам'яток архітектури та рівень її збереженості, в цілому характеризується як дуже значна, що обумовлює актуальність* вдосконалення технології укріплення кам'яних стін пам'яток архітектури для *будівельної галузі* України.

В Україні є багато пам'яток архітектури різних періодів будівництва, здебільшого це споруди X – XIX століть, у яких технологія виконання кам'яної кладки суттєво відрізняється за сукупністю основних прийомів і режимів виконання окремих операцій. Суттєво відрізняються й параметри зведення кам'яних споруд від історичної епохи до епохи, що відображає поступовий розвиток техніки будівництва в цілому та техніки зведення кам'яних споруд і виконання кам'яної кладки зокрема.

В спорудах античного періоду, що представлені як правило кам'яними спорудами грецьких міст-фортець Північного Середземномор'я (Пантікапея, Херсонес, Калос-Лімене, Ольвія, Березань), зустрічається переважно кам'яна кладка з використанням обробленого та напівобробленого природного каменю [3; 6 – 12]. На зазначених спорудах вочевидь спостерігаються окремі періоди технологічного розвитку кам'яної кладки оборонних та житлових споруд.

Так, наприклад, у стародавній Ольвії відокремлюють такі періоди, за Крижицьким [6]:

– *кладки першої групи* – класичний період IV сторіччя до н.е. (використовуються камені правильної форми, як правило, чистої обробки; кладка високоякісна з притесанням каменю по місцю, найбільш розповсюджені системи кладок – однорядна та дворядна орфостатна (рис. 1, а) орфостат – каміння «на ребро»);

– *кладки другої групи* – елліністичний період – перша половина III сторіччя до н.е. (використовуються камені правильної та неправильної форми, чистої та напівчистої обробки; кладка середньої якості без притесання каменів, застосовувалася переважно однорядна орфостатно-постелиста система (рис. 1, б);

– *кладки третьої групи* – друга половина III–II сторіччя до н.е. (використовуються камені переважно неправильної форми, напівчистої та грубої обробки; кладка низької якості без притесання та калібрування каменю, ряди викладені з каменів різної висоти, застосовувалася лише однорядна постелиста система (рис. 1, в).

Таким чином, спостерігається процес спрощення кладочних процесів внаслідок погіршення соціально-економічних умов і переходу до більш технологічних систем кам'яної кладки – від орфостатної до постелистої (рис. 1, а, б, в).

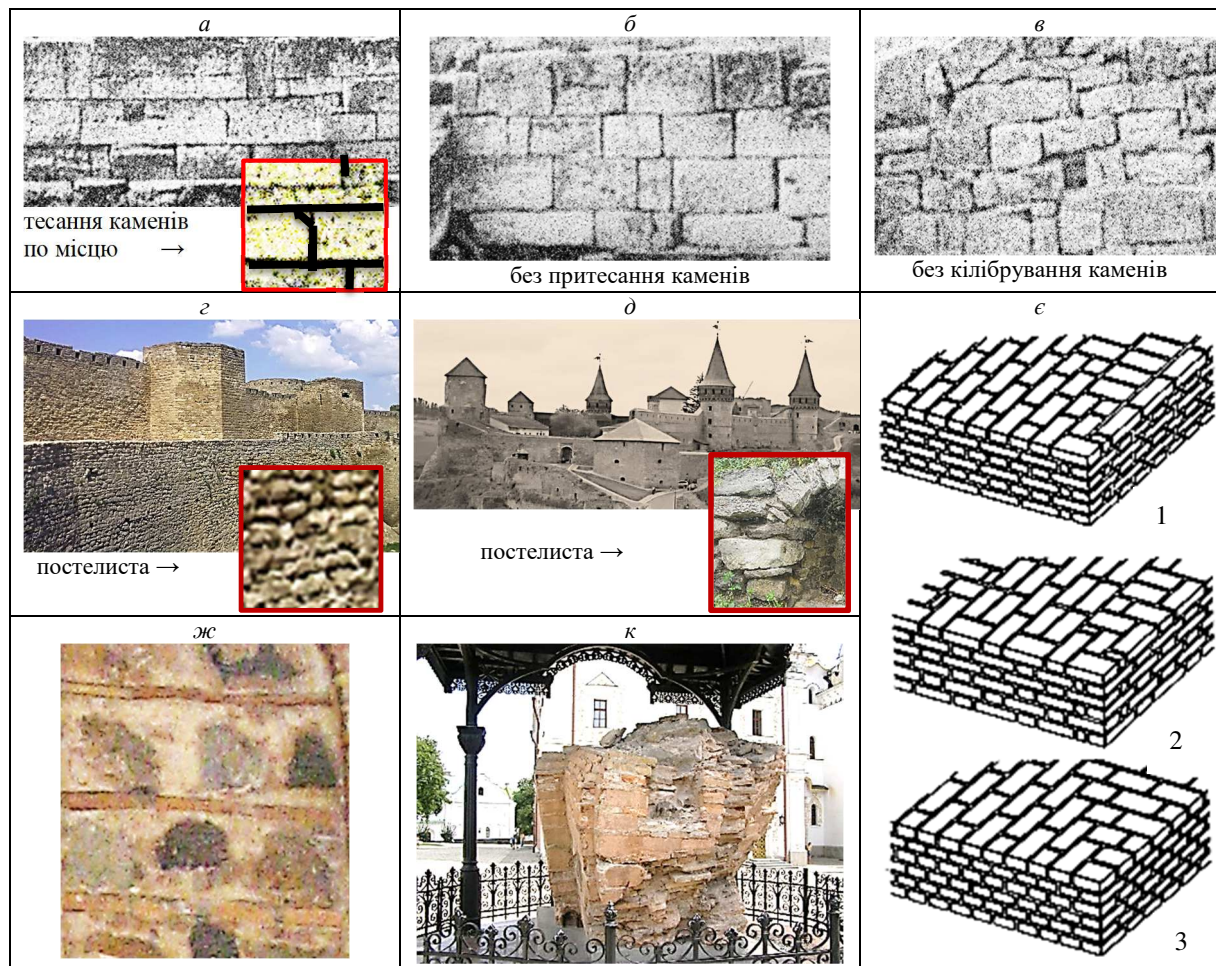


Рисунок 1 – Основні різновиди кам'яних кладок пам'яток архітектури України: ольвійські кам'яні кладки класичного (а), елліністичного (б) та після елліністичного (в) періодів [6]; г, д – кладка з природного каменю стін відповідно Білгород-Дністровської (XIII-XV ст.) та Кам'янець-Подільської (XIII – XVIII ст.) фортець (фото Осипова С. О. та Осипової А. О.); е – цегляні кладки [3]: 1 – цевна; 2 – верстова (готична); 3 – тичкова; ж, к – відповідно змішана кам'яно-плінфова кладка нижньої частини стін Софійського собору в Києві (XI ст.) та плінфова кладка основи парусу Успенського собору Києво-Печерської Лаври (XI ст.)

Кладка з природного каменю різного ступеня обробки зустрічається й у пам'ятках пізніших періодів – аж до початку XX сторіччя (рис.1, г – д). Це переважно тришарова кладка – зовнішні та внутрішні верстові ряди викладені з каменю грубої або напівчистої обробки, інколи чистої обробки, без притесання та калібрування каменю; ряди викладені з каменів різної висоти й забуткою з використанням дрібного каменю та відсіву на розчині.

Але найбільше в історичних архітектурних спорудах України розповсюджені системи кладок із використанням штучних кам'яних виробів – призматичної цегли, укладеної на вапняно-піщаному розчині (спочатку – сирцевої, а потім – керамічної). В цих кладках перев'язку швів виконано за цепною однорядною системою (рис.1, е, 1); зустрічаються також й інші системи – верстова (або готична (рис. 1, е, 2)) і тичкова (рис.1, е, 3) кладки.

Виключенням є період X–XII сторіч, коли паралельно із насадженням нової релігії, що прийшла із середньовічної Візантії, насаджувалася відповідно й візантійська техніка виконання кам'яної

кладки – так звана плінфова кладка (рис. 1, ж – к). Але застосування цієї кладки обмежилось зведенням тільки культових споруд – церков та соборів давніх міст Київської Русі – Києва, Чернігова, Великого Новгороду, Володимира та ін. [1 – 3; 8 – 9].

Наведені обставини щодо застосування плінфової кладки пояснюються, як значною вартістю виготовлення стінових виробів – плінфи, що являє собою плоский виріб з мікропористої кераміки, сформований перед випалюванням, на думку авторів, за «ливарною технологією», так і значною вартістю цем'яноквого розчину (цем'янка завозилася з Греції; ймовірно, на думку авторів, з острова Санторіні – так звана «санторіанська земля» – пуцоланове гідралічне в'язуче). Важливо зазначити технологічну недосконалість плінфової кладки. Фактично процес кладки можна розглядати як процес пошарового формування монолітної конструкції стіни пошаровою укладкою цем'яноквого розчину із стабілізацією кожного шару шляхом укладання на цей шар плоского виробу – плінфи; стабілізація укладеного товстого шару розчину відбувається

силами поверхневого натягу, що виникають на плаский розвинутий поверхні.

Крім того, необхідно відзначити, що у високоякісних кладках, як правило, застосовувався цем'янковий розчин, виготовлений на дрібному (пісок) та крупному заповнювачі – крихті кам'яних порід, зазвичай мармуру, крупністю до 10 мм (наприклад, змішана кам'яно-плінфова кладка Софійського собору в Києві), що за сучасними уявленнями дозволяє цем'янковий розчин віднести до дрібнозернистого бетону.

Тому, відповідно до сучасних уявлень, плінфова кладка – це за суттю формування, безопалубне формування монолітної конструкції з використанням дрібнозернистого бетону на пуцолановому в'язучому.

Технологічна недосконалість плінфової кладки обумовила відмову від її застосування, у тому числі і у Греції, де вона зародилася, – після XII сторіччя плінфова кладка в Україні та інших державах зустрічається як виключення.

Навпаки, техніка цегляної кладки з використанням призматичної керамічної цегли (рис. 1, *ε*) з часом набула широкого розповсюдження та в цілому стала основою сучасних прийомів і режимів виконання кладочних операцій в Україні та близького зарубіжжя, а наявні відмінності – це результат її багатовікового розвитку та вдосконалення.

На основі виконаного аналізу та узагальнення літературних джерел можна розрізнити такі часові етапи технологічного розвитку основних різновидів кам'яної кладки пам'яток архітектури України (рис. 2):

– *перший етап* – V ст. до н.е. – X ст. н.е.; переважає кам'яна кладка з природного каменю

орфостатної, орфостатно-постелистої та постелистої системи; поширена аж до кінця XIX сторіччя;

– *другий етап* – XI–XII ст. н.е.; переважає плінфова та змішана кам'яно-плінфова кладки, але лише у фундаментальних спорудах культового призначення;

– *третій етап* – XIII–XX ст. н.е.; переважає цегляна кладка з використанням призматичної цегли за цепною, готичною або тичковою системами перев'язки швів; має місце й кладки стін з використанням природного каменю – тесова, бутова та кладка з облицюванням тесовим каменем, як подальший розвиток і вдосконалення техніки кам'яних кладок першого етапу.

Висновки

Наведений аналіз та узагальнення часових етапів та особливостей технологічного розвитку основних різновидів кам'яної кладки були б неможливими, якщо б не був збережений хоча б один пам'ятник архітектури та не була би виконана його реставрація. Дійсно, відповідно до рішень Венеціанського всесвітнього конгресу реставраторів, що відбувся у 1964 році, «пам'ятник – це науковий документ, історичне джерело, ...», а реставрація – це «... прочитання цього документа ...» [15].

Таким чином *значущість реставрації для науки, технології та організації промислового та цивільного будівництва* полягає у збереженні технічних та технологічних знань, які розкриваються під час реставрації будівель і споруд попередніх історичних епох.

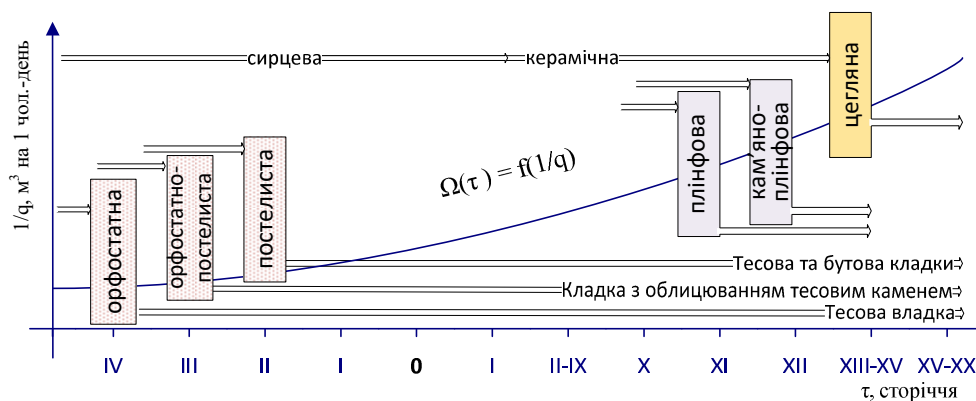


Рисунок 2 – Часові етапи технологічного розвитку основних різновидів кам'яної кладки пам'яток архітектури України:
 q – трудомісткість, чол.-дн. на 1 м^3 кладки;

$\Omega(\tau)$ – відносна техніко-економічна ефективність кам'яної кладки на певних інтервалах часу τ

Список літератури

1. Бернгард В. Р. Арки и своды. Руководство к устройству и расчету арочных и сводчатых перекрытий. Ч. I. Вып. I. Текст с дополнен. / Бернгард В.Р. – СПб: Тип. Эрлих, 1901. – 198 с.
2. Грабарь И. Э. О русской архитектуре. Исследования. Охрана памятников / Грабарь И. Э. – М. : Наука, 1969. – 424 с.
3. Реставрация памятников архитектуры: Учеб. пособие для вузов / [С. С. Подъяпольский, Г. Б. Бессонов, Л. А. Беляев, Т. М. Постникова; Под общ. ред. С. С. Подъяпольского] 2-е изд. – М. : Стройиздат, 2000. – 288 с.

4. Покрышкин П. П. *Краткие советы по вопросам ремонта памятников старины и искусства* / П. П. Покрышкин. – Псков : Псковское губернское Правление, 1916. – 34 с.
5. Системи і матеріали Ceresit™ для реставрації, консервації та виконання ремонтно-реставраційних робіт на пам'ятках культурної спадщини: Посібник / [Є.К. Карапузов, В.В. Лайкін, О.М. Лівінський та ін.] — К.: Вища освіта, 2009. — 128 с.
6. Крыжицкий С. Д. *Жилые ансамбли древней Ольвии. IV-II в в. До н. э.* /С. Д. Крыжицкий. – К. : «Наукова думка», 1971. – 142 с.
7. *Памятники градостроительства и архитектуры Украинской ССР : (Ил. Справочник-каталог). В 4 т. / [Укр. спец. науч.-реставрац. проект. ин-т «Укрпроектреставрация», НИИ теории, истории перспектив. пробл. сов. Архитектуры в г. Киеве]; Гл. редкол.: Н. Л. Жариков (гл. ред.) и др. – К. : Будівельник, 1983.*
8. Михайловский Е. В. *Реставрация памятников архитектуры* / Е. В. Михайловский. – М.: Стройиздат, 1971. – 96 с.
9. Раппопорт П. А. *Строительное производство Древней Руси (X–XIII вв.)* / П. А. Раппопорт. – Санкт-Петербург: «Наука», 1994. – 158 с.
10. *Реставрация зданий* / [Кантакьюзино, Щербан, Брандт, Сьюзен]; пер. с англ. А. Г. Раппопорта; под ред. О.И. Пруцына. – М.: Стройиздат, 1984. – 264 с.
11. *Реставрация и архитектурная археология: Новые материалы и исследования* / Всесоюз. научно-исслед. ин-т теории арх-ры и градостроит. (ВНИИТАГ); [Отв. ред. А.Л. Баталов, И.А. Бондаренко] – М., 1991. – 240 с.
12. Barbacci A. *Il restauro dei monumenti in Italia.* – Roma, 1956. – 427 p.
13. Закон України від 08.06.2000 № 1805-III «Про охорону культурної спадщини». <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1805-14>
14. Державний реєстр нерухомих пам'яток України. <http://mincult.kmu.gov.ua/control/uk/publish/officialcategory>
15. *International Charter for the Conservation and Restoration of Monuments and Sites (The Venice Charter 1964). IInd International Congress of Architects and Technicians of Historic Monuments, Venice, 1964.* http://www.icomos.org/charters/venice_e.pdf
16. *Реставраційні, консерваційні та ремонтні роботи на пам'ятках культурної спадщини. ДБН В.3.2-1-2004 / Держбуд України – Офіц. вид. – К. : Укрархбудінформ, 2005. – 124 с.*
17. *Рекомендації по технології реставрації арочних конструкцій і сводов пам'яток архітектури* / сост.: С. А. Осипов, В. К. Черненко. – К.: КНУСА, 2012. – 44 с.

Стаття надійшла до редколегії 30.01.2017

Рецензент: д-р техн. наук, проф. О. А. Тугай, Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ.

Осипов Сергей Александрович

Кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры технологии строительного производства
Киевский национальный университет строительства и архитектуры, Киев

Осипов Александр Федорович

Доктор технических наук, профессор, профессор кафедры технологии строительного производства
Киевский национальный университет строительства и архитектуры, Киев

Слись Олег Владимирович

Инженер, аспирант кафедры технологии строительного производства
Киевский национальный университет строительства и архитектуры, Киев

ПРЕДПОСЫЛКИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ РЕСТАВРАЦИИ КАМЕННОЙ КЛАДКИ ПАМЯТНИКОВ АРХИТЕКТУРЫ

Аннотация. Статья посвящена решению актуального научно-прикладного проблемного вопроса – повышение эффективности строительных процессов при реставрации каменной кладки несущих стен памятников архитектуры. Реставрация памятников архитектуры относится к важнейшим вопросам человечества, ибо направлена на сохранение культурного наследия общества. Однако технологические процессы реставрации при восстановлении и укреплении несущих каменных стен памятников архитектуры отличаются существенной трудоемкостью, что обусловлено индивидуальностью технического состояния каменной кладки и уровнем ее сохранности. Обоснованы общегосударственная, отраслевая и научно-прикладная актуальность выбранного направления исследования – совершенствование строительных процессов реставрации каменной кладки несущих стен памятников архитектуры. Исследованы и выполнены обобщения основных разновидностей каменной кладки памятников архитектуры Украины, дошедшие до нашего времени.

Ключевые слова: технологические процессы; реставрация; каменная кладка; несущие стены; памятники архитектуры

Osipov Sergey A.

Ph.D., Assoc. Prof.

Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv

Osipov Alexander F.

DSc. (Eng.), Professor

Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv

Slys Oleg V.

Engineer

Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv

**PRECONDITIONS IMPROVEMENT OF TECHNOLOGICAL PROCESSES
OF RESTORATION OF MASONRY MONUMENTS**

Abstract. This article is devoted to solving actual scientific and applied problem issues - improving construction processes for restoration of masonry load carrying walls monuments. Restoration of monuments belongs to the most important questions of mankind, for aimed at preserving the cultural heritage of society. But the processes of restoration and strengthening of the recovery of bearing walls of stone monuments differ considerable complexity, due to the individuality of technical state of masonry and level of preservation. Grounded national, industry and scientific and applied relevance of the chosen direction of research - to improve construction processes of restoration of masonry load carrying walls monuments. Investigated and made generalizations main types of masonry monuments Ukraine, which have reached our time. The basic temporal stages of development of technology of stone masonry monuments of architecture of Ukraine from ancient times to the sehodennya. The researcher steel connection pattern and gradual improvement of technological methods of stone masonry restoration and importance as a source of scientific and technical knowledge.

Key words: processes; restoration; masonry; load carrying walls; monuments

References

1. Bernhard, V.R. (1901). *Arches and vaults. Guide to the device and the calculation of arched and vaulted ceilings. Part I. Vol. I. The text is supplemented with.* St. Petersburg: Class. Ehrlich, 198.
2. Grabar, I.E. (1969). *About Russian architecture. Research. Protection of monuments.* Moscow: "Nauka", 424.
3. Pod'yapol'skii, S.S., Bessonov, G.B., Belyaev, L.A., Postnikov, T.M. (2000). *Restoration of architectural monuments.* Moscow: Stroyizdat, 288.
4. Pokryshkin, P.P. (1916). *Quick Tips on repair of monuments and art.* Pskov: Pskov, 34.
5. Karapuzov, Ye.K., Laykin, V.V., Livinsky, O.M. that in. (2009). *System and materials Ceresit™ for restoration, conservation and repairing on cultural heritage objects.* Kyiv: Vishcha Osvita, 128.
6. Kryzhitsky, S.D. (1971). *Residential ensemble of ancient Olbia. IV-II in a. BC. e.* Kyiv: "Naukova Dumka", 142.
7. Zharikov, N.L. (1983). *Monuments of urban planning and architecture of the Ukrainian SSR.* Kyiv. Budivelnyk.
8. Mikhailovsky, E.V. (1971). *Restoration of monuments.* Moscow: Stroyizdat, 96.
9. Rappoport, P.A. (1994). *Construction production of Ancient Rus (X - XIII cc.).* St. Petersburg: "Nauka", 158.
10. Kantakyuzino, Serban, Brandt, Susan (1984). *Restoration of buildings.* Moscow: Stroyizdat, 264.
11. Batalov ,A.L., Bondarenko, I.A. (1991). *Restoration and architectural archeology: New Materials and Research.* Moscow: VNIITAG, 240.
12. Barbacci, A. (1956). *Il restauro dei monumenti in Italia.* Roma, 427.
13. *The Law of Ukraine od 08.06.2000 number 1805-III «On protection of cultural heritage».* <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1805-14>
14. *State Register of Immovable Monuments of Ukraine.* <http://mincult.kmu.gov.ua/control/uk/publish/officialcategory>
15. *International Charter for the Conservation and Restoration of Monuments and Sites (The Venice Charter 1964). IInd International Congress of Architects and Technicians of Historic Monuments, Venice, 1964.* http://www.icomos.org/charters/venice_e.pdf
16. DBN V.3.2-1-2004. *Restoration, conservation and repair work on the monuments of cultural heritage.* Kyiv: Ukrarhbudininform, 2005, 124.
17. Osipov, S.A., Chernenko, V.K. (2012). *Recommendations for the restoration of structures and technology of arched vaults monuments.* Kyiv: KNUCA, 44.

Посилання на публікацію

- APA Osipov, S.A., Osipov, A.F., Slys, O.V. (2017). *Preconditions improvement of technological processes of restoration of masonry monuments. Management of development of complex systems*, 29, 192 – 197.
- ГОСТ Осипов С.О. *Передумови вдосконалення технологічних процесів реставрації кам'яної кладки пам'яток архітектури [Текст] / С.О. Осипов, О.Ф. Осипов, О.В. Сльс // Управління розвитком складних систем. – 2017. – № 29. – С. 192 – 197.*