

ISSN 2786-4588 (Print)
ISSN 2786-4596 (Online)

Міністерство освіти і науки України
Херсонський державний аграрно-економічний університет



Таврійський науковий вісник

Серія: Технічні науки

Випуск 2
Частина 2



Видавничий дім
«Гельветика»
2026

ISSN 2786-4588 (Print)
ISSN 2786-4596 (Online)

*Рекомендовано до друку вченою радою Херсонського державного аграрно-економічного університету
(протокол № 11 від 26.03.2026 року)*

Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки / Херсонський державний аграрно-економічний університет. Херсон : Видавничий дім «Гельветика», 2026. Вип. 2. Частина 2. 480 с.

Журнал включено до міжнародної наукометричної бази Index Copernicus International (Республіка Польща)

Реєстрація суб'єкта у сфері друкованих медіа: Рішення Національної ради України з питань телебачення і радіомовлення № 2933 від 24.10.2024 року.

Суб'єкт у сфері друкованих медіа – Херсонський державний аграрно-економічний університет (вул. Стрітенська, буд. 23, м. Херсон, 73006, office@ksaeu.kherson.ua, тел. +38(050) 571-19-13)

На підставі Наказу Міністерства освіти і науки України від 29.06.2021 № 735 (додаток 4) журнал внесений до переліку фахових видань України категорії «Б» (спеціальності: F3 – Комп'ютерні науки; F4 – Системний аналіз та наука про дані; G13 – Харчові технології; G19 – Будівництво та цивільна інженерія).

Статті у виданні перевірені на наявність плагіату за допомогою програмного забезпечення StrikePlagiarism.com від польської компанії Plagiat.pl.

Редакційна колегія:

Дзюндзя О.В. – доцент кафедри інженерії харчового виробництва Херсонського державного аграрно-економічного університету, к.т.н., доцент – головний редактор; **Антоненко А.В.** – доцент кафедри готельно-ресторанного бізнесу ПВНЗ «Київський університет культури», к.т.н., доцент; **Балихіна Г.А.** – провідний науковий співробітник відділення землеробства, меліорації та механізації апарату Президії НААН, к.т.н.; **Березовський Ю.В.** – доцент кафедри товарознавства, стандартизації та сертифікації Херсонського національного технічного університету, д.т.н., доцент; **Бровенко Т.В.** – доцент кафедри готельно-ресторанного і туристичного бізнесу Київського національного університету культури і мистецтв, к.т.н., доцент; **Вороненко М.О.** – доцент кафедри інформатики і комп'ютерних наук Херсонського національного технічного університету, к.т.н., доцент; **Гончаренко А.В.** – професор кафедри підтримання льотної придатності повітряних суден Національного авіаційного університету, д.т.н., професор; **Гопесенко В.** – проректор з наукової роботи, директор навчальної програми магістратури «Комп'ютерні системи» Університету прикладних наук ISMA, Dr.sc.ing., професор (Рига, Латвійська Республіка); **Горальчук А.Б.** – професор кафедри харчових технологій в ресторанній індустрії Харківського державного університету харчування та торгівлі, д.т.н., професор; **Димова Г.О.** – доцент кафедри менеджменту та інформаційних технологій Херсонського державного аграрно-економічного університету, к.т.н.; **Коваленко О.О.** – завідувач кафедри біоінженерії і води Одеської національної академії харчових технологій, д.т.н., професор; **Ковальчук П.І.** – головний науковий співробітник Інституту водних проблем і меліорації НААН, д.т.н., професор; **Кузьмич Л.В.** – головний науковий співробітник Інституту водних проблем і меліорації НААН, д.т.н., доцент; **Кузьміна Т.О.** – професор кафедри товарознавства, стандартизації та сертифікації Херсонського національного технічного університету, д.т.н., професор; **Лобода О.М.** – доцент кафедри менеджменту та інформаційних технологій Херсонського державного аграрно-економічного університету, к.т.н., доцент; **Марсанов В.В.** – член спеціалізованої Вченої ради ДФ 67.052.003 Херсонського національного технічного університету, д.т.н., професор; **Матяш Т.В.** – старший науковий співробітник, завідувач відділу інформаційних технологій та маркетингу інновацій Інституту водних проблем і меліорації НААН, к.т.н.; **Отрош Ю.А.** – начальник кафедри пожежної, профілактики в населених пунктах факультету пожежної безпеки Національного університету цивільного захисту України, д.т.н., професор; **Пневматікос Н.** – доцент кафедри будівництва Університету Західної Аттики, к.т.н., доцент (Афіни, Греція); **Романенко Р.П.** – доцент кафедри інженерно-технічних дисциплін Київського національного торговельно-економічного університету, к.т.н.; **Степанчиков Д.М.** – доцент кафедри енергетики, електротехніки і фізики Херсонського національного технічного університету, к.ф.-м.н., доцент; **Стригунівська О.В.** – Гірничо-металургійна академія імені Станіслава Сташиця, к.т.н., доцент (Краків, Республіка Польща); **Сурьянінов М.Г.** – завідувач кафедри будівельної механіки Одеської державної академії будівництва та архітектури, д.т.н., професор; **Ткаченко О.Б.** – професор, завідувачка кафедри технології вина та сенсорного аналізу Одеської національної академії харчових технологій, д.т.н., доцент; **Турченко В.О.** – професор кафедри водної інженерії та водних технологій Національного університету водного господарства та природокористування, д.т.н., доцент.

УДК 624.046:624.012.25

DOI <https://doi.org/10.32782/tnv-tech.2026.2.2.46>

РЕСУРСОЩАДНІ РІШЕННЯ З УПРАВЛІННЯ ВІДНОВЛЕННЯМ ПОШКОДЖЕНИХ ПОЗАПРОЄКТНИМИ ВПЛИВАМИ ЦЕГЛЯНИХ БУДІВЕЛЬ СТІНОВОЇ КОНСТРУКТИВНОЇ СХЕМИ

Усенко Д. В. – доктор філософії з будівництва та цивільної інженерії, доцент, доцент кафедри вищої і прикладної математики та фізики
Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»
ORCID ID: 0000-0001-7133-0638

Кудінова А. О. – кандидат економічних наук, доцент, доцент кафедри менеджменту і логістики
Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»
ORCID ID: 0000-0003-3821-2079

У будівлях стінової конструктивної схеми на відміну від каркасних будівель, де основні зусилля сприймають рамні чи ферменні системи, руйнівний вплив концентрується на масивних протяжних площинах, що безпосередньо несуть вертикальні й горизонтальні навантаження. Воєнні дії актуалізують необхідність перегляду нормативних підходів до проєктування будівель стінової конструктивної схеми. У статті розглянуто проблематику відновлення пошкоджених позапроєктними впливами будівель стінової конструктивної схеми з дрібнорозмірних елементів в умовах воєнних уражень. На основі аналізу характерних механізмів руйнування цегляної кладки (наскрізні пробоїни, вертикальні та похилі тріщини від ударних хвиль, комбіновані ураження, втрата кутових вузлів і просторової жорсткості) визначено системні особливості втрати несучої здатності стін, простінків і колон громадських будівель. Обґрунтовано необхідність переходу від локальних ремонтних рішень до комплексного управління відновленням з урахуванням технічного стану, залишкової міцності та сценаріїв подальшої експлуатації об'єкта. Так як стандарти, що базуються на звичайних експлуатаційних впливах, не враховують масштаби динамічних навантажень сучасних бойових дій, запропоновано ресурсоощадний підхід до відновлення, інтегрований у концепцію управління життєвим циклом об'єкта нерухомості, з урахуванням техніко-економічного обґрунтування, управління ризиками та застосування стандартів проєктного менеджменту. Показано, що ефективність реконструкції залежить від поєднання інженерного аналізу механізмів руйнування з економічними критеріями доцільності (NPV, IRR, LCC) та стратегічним плануванням відбудови. Отримані результати є основою для розроблення адаптивних конструктивних і управлінських стратегій підвищення стійкості будівель із дрібнорозмірних елементів у зонах підвищених ризиків.

Ключові слова: будівлі, цегляні конструкції, пошкодження, позапроєктні впливи, відновлення, управління проєктами.

Usenko D. V., Kudinova A. O. Resource-saving solutions for managing the restoration of brick buildings damaged by non-project-related impacts of wall construction schemes

The paper addresses the problem of restoring wall-structural-scheme buildings made of small masonry units that were damaged by non-design impacts under wartime conditions. Based on the analysis of typical failure mechanisms of brick masonry – through penetrations, vertical and inclined cracks caused by blast waves, combined damage patterns, loss of corner joints and spatial stiffness – the systemic features of bearing capacity degradation in walls, piers, and columns of public buildings are identified. The study substantiates the need to shift from local repair measures to integrated restoration management considering residual structural capacity,

© Усенко Д. В., Кудінова А. О., 2026



Стаття поширюється на умовах
ліцензії відкритого доступу CC BY 4.0

technical condition assessment, and alternative life-cycle scenarios. To evaluate the stress-strain state of complex-loaded deformed brick columns, finite element modeling was performed using a nine-stage algorithm that included geometry development, material properties definition, boundary conditions, load modeling, and verification of computational parameters. Stress and strain distributions before and after strengthening with steel cages were obtained, enabling quantitative assessment of reinforcement efficiency. A resource-saving restoration approach integrated into Life Cycle Management principles is proposed, incorporating techno-economic evaluation, risk management procedures, and project management standards (PMBOK). It is demonstrated that reconstruction efficiency depends on the integration of structural damage analysis with economic feasibility indicators (NPV, IRR, LCC) and strategic planning of recovery programs. The results provide a methodological basis for developing adaptive engineering and managerial strategies aimed at improving the resilience of low- and mid-rise masonry buildings located in high-risk areas.

Key words: buildings, brick structures, damage, non-design influences, restoration, project management.

Постановка проблеми. У будівлях стінової конструктивної схеми з дрібнорозмірних елементів (цегли, керамічних порожнистих каменів, дрібних бетонних або газобетонних блоків), вертикальні навантаження сприймаються переважно несучими стінами. Архітектурно-конструктивні рішення для стінової схеми спираються на вимоги до несучої здатності кладки на стиск та зсув, перевірку стійкості стін із площини конструкції, а також на забезпечення просторової роботи будівлі через надійне приєднання діафрагм перекриттів. Внаслідок збройної агресії росії все більшої актуальності набуває питання визначення міцнісних параметрів стін із дрібнорозмірних елементів із наявними пошкодженнями, отриманими в результаті бойових влучань первинного чи вторинного впливу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В умовах воєнних дій та бойових уражень будівлі з дрібнорозмірних елементів зазнають впливу ударних хвиль, фрагментації та вибухових навантажень. Дослідження поведінки стін із газоблоків під дією близьких вибухів показують, що основним механізмом руйнування є локальне пробиття в середній частині стіни із утворенням прямокутного отвору та відривом блоків від кладки [1]. Чисельні моделі та експериментальні дані свідчать, що площа пробиття зростає зі збільшенням розміру блоків і зменшується при збільшенні товщини стіни та міцності розчину; при постійному еквіваленті заряду відстань до вибуху впливає на площу пробиття нелінійно: спочатку вона зростає, а потім зменшується [2]. Найуразливішою є контактна поверхня між блоками й розчином; саме там зосереджуються деформації та відбувається відрив елементів [3]. Параметричні дослідження, у тому числі числове моделювання [4] та огляд [5], засвідчують, що товщина стіни, розмір блоків, міцність розчину та схема защемлення впливають на характер руйнування. При малих відстанях до джерела вибуху панівною стає позаплощинна провально-перекісна форма руйнування: стіна деформується як консоль і може повністю випасти назовні [6]. Таким чином, проведені дослідження показують, що реалізація підсилення за допомогою композитних обгорток, склополіурейних покриттів, FRP чи OSB-панелей, а також підвищення міцності розчину і зменшення розміру блоків можуть суттєво зменшити площу пробиття та запобігти повному обваленню. Планування та реконструкція існуючих будівель повинні враховувати ці результати, а технічний стан об'єктів із дрібнорозмірних елементів потребує систематичного обстеження і модернізації відповідно до сучасних стандартів та методів підсилення [7].

Метою дослідження є проведення аналізу механізмів руйнування і втрати несучої здатності кладки з дрібнорозмірних елементів під дією вибухових та

уламкових навантажень з подальшою розробкою ресурсощадних рішень з управління відновленням пошкоджених конструкцій зазначеного типу.

Виклад основного матеріалу. Стіни, зведені з дрібнорозмірних елементів (цегли, керамічних та силікатних блоків, газобетону тощо), залишаються однією з найуразливіших груп конструкцій у зоні воєнних дій. В умовах сучасних бойових впливів – артилерійських обстрілів, авіаційних ударів, детонацій вибухових пристроїв та ударів дронів-камікадзе – ці конструктивні елементи виявляють механізми руйнування, які відрізняються від пошкоджень каркасних споруд.

Найпоширенішим типом пошкоджень є наскрізні пробоїни та тріщини, що утворюються внаслідок кульових чи уламочних уражень. Вони локалізуються у межах одного або кількох рядів цегли чи блоків і супроводжуються розтріскуванням швів кладки. У випадку багаторазових ударів відмічається «сітчасте» розшарування стіни, яке значно знижує несучу здатність навіть при збереженні зовнішньої геометрії. Такі пошкодження особливо небезпечні для будівель зі значними прольотами між несучими стінами, де стійкість усього об'єкта залежить від цілісності кладки. Зображення на рисунку 1 локальних вибухових/осколкових уражень: відрив штукатурного шару, оголення основи стіни й «рвані» контури пробоїн. Проілюстровано первинний механізм втрати монолітності кладки з дрібнорозмірних елементів за близьких вибухових впливів.

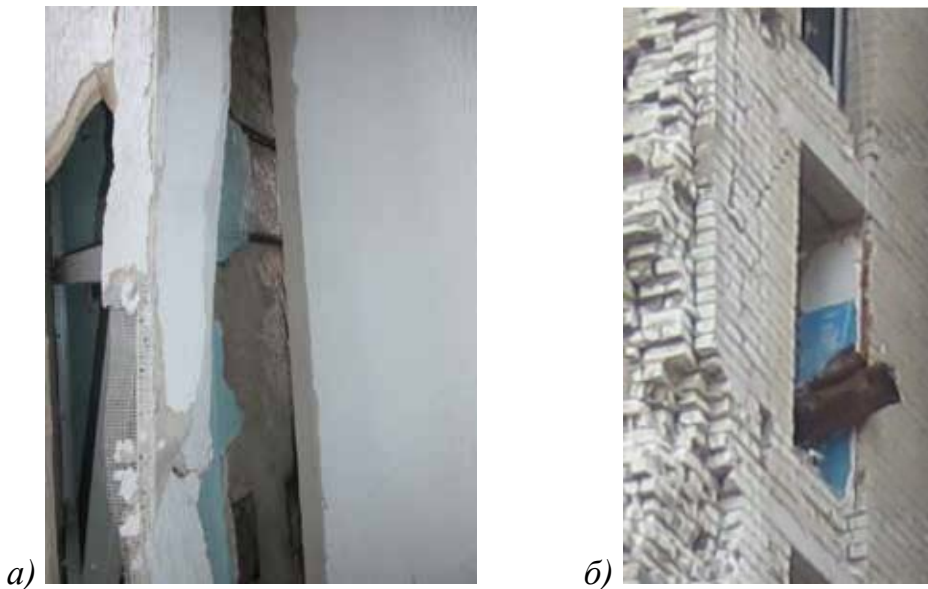


Рис. 1. Локальні пробої та розшарування зовнішньої частини стіни

Іншою критичною формою руйнування є утворення вертикальних і похилих тріщин, що виникають внаслідок дії ударної хвилі від близьких вибухів (див. рис. 2). Дослідження показують, що навіть відносно невелика вибухова хвиля створює високі напруження у стиках дрібнорозмірних елементів, приводячи до втрати монолітності. У реальних умовах це проявляється у вигляді розкриття тріщин від цоколя до перекриття, що може призвести до часткового відшарування всієї площини стіни.

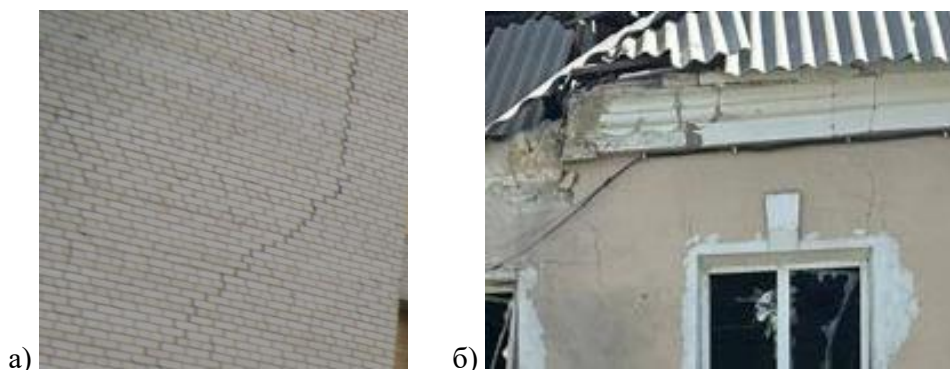


Рис. 2. Утворення вертикальних і похилих тріщин у цегляній кладці

Особливо небезпечним для стінової конструктивної схеми є комбіноване ураження – поєднання пробоїн від уламків із загальними деформаціями від вибуху. У такому випадку кладка зазнає розсипання з утворенням «воронок» та обваленням окремих ділянок. Зменшення щільності кладки (наприклад, при використанні автоклавованого газобетону) підвищує ризик локальних обвалень, хоча водночас знижує передачу ударних хвиль у внутрішній простір будівлі. Це свідчить про складний баланс між енергоефективністю матеріалу та його вибухостійкістю. При масованих обстрілах поширеними є пошкодження несучих кутових ділянок будівель. Руйнування кутів з дрібнорозмірних елементів часто починається з відриву окремих блоків та поширюється вздовж суміжних стін (див. рис. 3). Втрата кутових вузлів веде до втрати просторової жорсткості й можливого часткового чи повного обвалення перекриттів.



Рис. 3. Пошкодження кутових частин цегляних стін будівлі

Проблемою є і вторинні пошкодження – втрати захисного шару розчинів, відкриття арматурної сітки або руйнування штукатурних покриттів. Вони не завжди ведуть до негайного обвалення, проте прискорюють деградацію матеріалів через вологопоглинання і корозію. Після обстрілів одним з пріоритетів має бути закриття оголених поверхонь навіть до проведення капітального ремонту.

Загалом аналіз показує, що найбільш руйнівними факторами для стін з дрібно-розмірних елементів є: а) наскрізні пробоїни від уламків і куль; б) вертикальні тріщини від ударних хвиль; в) комбіновані ураження, що поєднують локальні руйнування та загальні деформації; г) втрата кутових ділянок і просторової жорсткості; д) прогресуюче руйнування нижніх ярусів з поширенням на верхні.

Відновлення таких конструкцій потребує комплексного підходу: локального підсилення пошкоджених зон, заміни ділянок кладки та застосування новітніх методів армування. Перспективними є використання полімерних композиційних матеріалів, а також інтеграція сейсмо- та вибухостійких рішень у новому будівництві. Таким чином, воєнні дії актуалізують необхідність перегляду нормативних підходів до проектування будівель стінової конструктивної схеми. Стандарти, що базуються на звичайних експлуатаційних впливах, не враховують масштаби динамічних навантажень сучасних бойових дій. Саме тому аналіз пошкоджень є основою для розробки адаптивних конструктивних стратегій, спрямованих на підвищення стійкості малоповерхових і середньоповерхових будівель із дрібно-розмірних елементів у зонах потенційних ризиків.

Також варто зазначити, що з іншої сторони, відновлення будівель стінової конструктивної схеми доцільно розглядати в логіці управління життєвим циклом об'єкта нерухомості (Life Cycle Management). У цьому контексті пошкоджена будівля переходить у фазу «кризової експлуатації», яка потребує прийняття управлінського рішення щодо одного з альтернативних сценаріїв: консервації, часткового підсилення, комплексної реконструкції або демонтажу з подальшим новим будівництвом.

Вибір сценарію, по-перше, має ґрунтуватися на результатах техніко-економічного обґрунтування, яке повинно включати оцінку залишкової несучої здатності конструкцій, аналіз вартості відновлювальних робіт, прогноз експлуатаційних витрат після реконструкції, оцінку соціально-економічного ефекту від відновлення об'єкта.

По-друге, прийняття рішення по такому складному інвестиційно-будівельному проєкту з високим рівнем невизначеності, має базуватись на інформації про технічний стан, враховувати динамічність зовнішнього середовища (ризик повторних уражень), обмеженість фінансових і матеріальних ресурсів, а також соціальну чутливість (відновлення житла, лікарень, закладів освіти) [8].

По-третє, відновлення пошкоджених позапроєктними впливами цегляних будівель стінової конструктивної схеми має також враховувати управління ризиками (risk management), оскільки технічні ризики (приховані дефекти кладки, зниження адгезії розчину, втрата жорсткості вузлів) можуть трансформуватися у фінансові перевитрати та затримки строків реалізації. Практика відновлення будівель із дрібно-розмірних елементів показує, що ризик-реєстр має формуватися ще на стадії попереднього обстеження з урахуванням сценарного аналізу [9].

Управління такими проєктами доцільно здійснювати відповідно до стандартів, зокрема PMBOK Guide, із фокусом на такі функціональні області як [10]: а) управління інтеграцією проєкту; б) управління змістом (score management); в) управління строками та бюджетом; г) управління ризиками; д) управління зацікавленими сторонами. А також на основі розрахунків економічної ефективності відновлення таких проєктів через показники чистої приведеної вартості (NPV), внутрішньої норми рентабельності (IRR), терміну окупності та коефіцієнта вартості життєвого циклу (LCC).

Для умов масової реконструкції доцільним є застосування інтегрованих моделей, які забезпечують скорочення транзакційних витрат та підвищення координації між учасниками процесу. Формування мультидисциплінарних команд (конструктори, технологи, менеджери, економісти, фахівці з цивільного захисту) дозволяє забезпечити системність рішень щодо підсилення кладки, інтеграції захисних споруд і підвищення вибухостійкості. На макрорівні управління відновленням будівель стінової конструктивної схеми повинно бути інтегроване у державні програми відбудови та політику просторового розвитку територій.

Відповідно управління відновленням пошкоджених кладкових будівель поєднує інженерні рішення з управлінськими, економічними, організаційними та стратегічними механізмами. Ефективність реалізації ресурсоощадних рішень безпосередньо залежить від якості менеджменту на всіх рівнях: від окремого будівельного майданчика до загальнодержавної політики реконструкції. Саме інтеграція технічного аналізу механізмів руйнування з сучасними підходами управління будівництвом формує основу для стійкої, безпечної та економічно обґрунтованої відбудови.

Висновки. У будівлях стінової конструктивної схеми на відміну від каркасних будівель, де основні зусилля сприймають рамні чи ферменні системи, руйнівний вплив концентрується на масивних протяжних площинах, що безпосередньо несуть вертикальні й горизонтальні навантаження. Можна виділити кілька системних особливостей пошкоджень: 1) переважання крихкого руйнування – стіни з дрібнорозмірних елементів не мають значних пластичних резервів і після перевищення межі міцності руйнуються миттєво; 2) висока роль вузлів – кути, прорізи, ділянки примикання до перекриттів є місцями концентрації напружень і першими зазнають втрат цілісності; 3) обмежена можливість локального підсилення – ремонт окремих ділянок часто є малоефективним, оскільки пошкодження мають комплексний характер і потребують заміни цілих фрагментів; 4) схильність до прогресуючих руйнувань – початкові локальні дефекти швидко розвиваються у великі аварійні стани.

Таким чином, воєнні дії актуалізують необхідність перегляду нормативних підходів до проектування будівель стінової конструктивної схеми. Стандарти, що базуються на звичайних експлуатаційних впливах, не враховують масштаби динамічних навантажень сучасних бойових дій. Саме тому аналіз пошкоджень є основою для розробки адаптивних конструктивних стратегій, спрямованих на підвищення стійкості малоповерхових і середньоповерхових будівель із дрібнорозмірних елементів у зонах потенційних ризиків.

Стаття підготовлена в рамках науково-технічної роботи «Ресурсоощадні технології прискореного відновлення пошкоджених будівель із влаштуванням захисних споруд цивільного захисту», яка фінансується за рахунок коштів державного бюджету України: держ. реєстр. № 0125U000895.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Liu, S., Long, C., Xu, C., & Liu, X. Numerical simulation of autoclaved aerated concrete masonry walls subjected to close-in explosions. *Shock and Vibration*, 2024. Article 8850303.
2. Mollaei, S., Dehcheshmeh, M. M., & Khalighi, S. Investigation of Behavior of Masonry Walls Constructed with Autoclaved Aerated Concrete Blocks under Blast Loading. *Applied Sciences*, 2022. 12(17), 8725. <https://doi.org/10.3390/app12178725>
3. Saad, A. M., Gorse, C., Goodier, C. I., Blay, K., & Pialarissi-Cavalaro, S. Autoclaved aerated concrete in reinforced building applications: A systematic review

of AAC/RAAC in the last 40+ years. *Results in Engineering*, 2024. 24, 103431. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2024.103431>

4. Hasenko, A., Usenko, D., Semko, P. & Ovsii, D. Applying mathematical modeling to determine the efficiency of reinforcing brick columns in the built-in civil defense structures with steel cages. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2025. 4 (7 (136)), 6–14. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.338165>

5. Семко О.В., Ільченко Т.М., Усенко Д.В., Семко П.О., Вахненко Г.В. Аналіз пошкоджень та пропозиції з відновлення складно-навантаженої деформованої цегляної кладки будівель з можливістю влаштування вбудованих споруд цивільного захисту із сталезалізобетону. *Зб. наук. пр. НУВГП: Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди*, 2025. 47, 621-629.

6. Thango, S. G., Stavroulakis, G. E., & Drosopoulos, G. A. Investigation of the Failure Response of Masonry Walls Subjected to Blast Loading Using Nonlinear Finite Element Analysis. *Computation*, 2023. 11(8), 165. <https://doi.org/10.3390/computation11080165>

7. Hasenko A., Semko P., Usenko D., Ovsii D., Kudinova A., Padun Yu., Mishchenko R. *Destructions and strengthening of buildings and structures damaged as the result of non-design influences analysis: Monograph*. Riga, Latvia : Baltija Publishing, 2025. 122 p. <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-621-8>

8. Kerzner, H. *Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling* (13th ed.). Wiley. 2022. <https://doi.org/10.1002/9781119850892>

9. Azhar, S. Building Information Modeling (BIM): Trends, benefits, risks, and challenges for the AEC industry. *Leadership and Management in Engineering*, 2011. 11(3), 241–252. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)LM.1943-5630.0000127](https://doi.org/10.1061/(ASCE)LM.1943-5630.0000127)

10. Project Management Institute. *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide) – Seventh Edition*. PMI. 2021. <https://doi.org/10.1002/pmj.21345>

REFERENCES:

1. Liu, S., Long, C., Xu, C., & Liu, X. (2024). Numerical simulation of autoclaved aerated concrete masonry walls subjected to close-in explosions. *Shock and Vibration*, Article 8850303.

2. Mollaei, S., Dehcheshmeh, M. M., & Khalighi, S. (2022). Investigation of behavior of masonry walls constructed with autoclaved aerated concrete blocks under blast loading. *Applied Sciences*, 12(17), 8725.

3. Saad, A.M., Gorse, C., Goodier, C.I., Blay, K., & Pialarissi-Cavalaro, S. (2024). Autoclaved aerated concrete in reinforced building applications: A systematic review of AAC/RAAC in the last 40 years. *Results in Eng.*, 24 103431.

4. Hasenko, A., Usenko, D., Semko, P., & Ovsii, D. (2025). Applying mathematical modeling to determine the efficiency of reinforcing brick columns in built-in civil defense structures with steel cages. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4(7(136)), 6–14.

5. Semko, O. V., Ilchenko, T. M., Usenko, D. V., Semko, P. O., & Vakhnenko, H. V. (2025). Analysis of damage and proposals for the restoration of complex-loaded deformed brick masonry of buildings with the possibility of arranging built-in civil defense structures made of steel-reinforced concrete. *Scientific Bulletin of NUVGP: Resource-Efficient Materials, Structures, Buildings and Facilities*, 47, 621–629. [in Ukrainian]

6. Thango, S. G., Stavroulakis, G. E., & Drosopoulos, G. A. (2023). Investigation of the failure response of masonry walls subjected to blast loading using nonlinear finite element analysis. *Computation*, 11(8), 165.

7. Hasenko, A., Semko, P., Usenko, D., Ovsii, D., Kudinova, A., Padun, Y., & Mishchenko, R. (2025). Destructions and strengthening of buildings and structures damaged as a result of non-design influences analysis *Monograph*. Riga, Latvia: Baltija Publishing. <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-621-8>

8. Kerzner, H. (2022). *Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling* (13th ed.). Wiley.
9. Azhar, S. (2011). Building Information Modeling (BIM): Trends, benefits, risks, and challenges for the AEC industry. *Leadership and Management in Engineering*, 11(3), 241–252.
10. Project Management Institute (2021). *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide) – Seventh Edition*. PMI.

Дата першого надходження статті до видання: 14.02.2026
Дата прийняття статті до друку після рецензування: 18.03.2026
Дата публікації (оприлюднення) статті: 21.05.2026

БУДІВНИЦТВО ТА ЦИВІЛЬНА ІНЖЕНЕРІЯ	374
Вітровий А. О., Попович П. В., Розум Р. І., Галиш Н. А., Вітровий В. А. Особливості та роль будівельної нормативної бази в Україні	374
Гасенко А. В., Міщенко Р. Р. Визначення технічних станів пошкоджених мостових споруд із залізобетону за сучасними нормативами	382
Гасенко Л. В., Крижанівський Я. С. Чисельний розрахунок згинаних композитних конструкцій із врахуванням нелінійностей	390
Захарчук О. П., Мартенюк В. М., Шпінталь М. Я., Шевчук О. С., Захарчук В. Б. Оцінка ефективності програмних продуктів для інженерного проектування систем водопостачання та каналізації	398
Овсій Д. М. Концепції об'ємно-конструктивного формування вбудованих споруд подвійного призначення в умовах реконструкції закладів загальної середньої освіти	404
Пурденко Р. Р., Рашкевич Н. В. Моделювання напружено-деформованого стану сталевих двотаврових колон за умов вибухового навантаження	414
Семко П. О., Остапов І. С. Програма експериментальних досліджень ураження огорожуючих конструкцій уламками.....	427
Слободяник Г. В., Шидер О. І. Підбір типу плит перекриття при ревіталізації будівлі з врахуванням особливостей виробництва будівельно-монтажних робіт	434
Усенко Д. В., Кудінова А. О. Ресурсоощадні рішення з управління відновленням пошкоджених позапроектними впливами цегляних будівель стінової конструктивної схеми	445
Щолоков Е. Е., Балло Я. В. Програма-методика експериментального дослідження оцінювання процесів евакуювання з дошкільних навчальних закладів дітей різних вікових груп	453
Яценко В. М., Шагалова Ж. О. Аналіз стану державної геодезичної мережі на деокупованих територіях України.....	465

CONSTRUCTION AND CIVIL ENGINEERING	374
Vitrovyi A. O., Popovich P. V., Rozum R. I., Halysh N. A., Vitrovyi V. A. Features and role of the construction regulatory framework in Ukraine.....	374
Hasenko A. V., Mishchenko R. R. Determination of the technical condition of damaged reinforced concrete bridge structures in accordance with standards.....	382
Hasenko L. V., Kryzhanivskiy Ya. S. Numerical calculation of bent composite structures taking into account nonlinearities.....	390
Zakharchuk O. P., Martenyuk V. M., Shpintal M. Ya., Shevchuk O. S., Zakharchuk V. B. Evaluation of the effectiveness of software products for engineering design of water supply and sewage systems	398
Ovsii D. M. Concepts of spatial and structural design of built-in dual-purpose rooms for shelter in school buildings under reconstruction.....	404
Purdenko R. R., Rashkevich N. V. Modeling of the stress–strain state of steel I-beam columns under blast loading	414
Semko P. O., Ostapov I. S. Program of experimental research on fragmentation damage to enclosure structures	427
Slobodyanyk H. V., Shyder O. I. Selection of floor slab type during building revitalization considering the features of construction and installation works.....	434
Usenko D. V., Kudinova A. O. Resource-saving solutions for managing the restoration of brick buildings damaged by non-project-related impacts of wall construction schemes	445
Shcholokov E. E., Ballo Ya. V. Program-methodology of an experimental study for evaluating evacuation processes of children of different age groups from preschool educational institutions	453
Yatsenko V. M., Shatalova Zh. O. Analysis of the State Geodetic Network in the Deoccupied Territories of Ukraine.....	465
