

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»
Навчально-науковий інститут архітектури, будівництва та землеустрою
Кафедра будівництва та цивільної інженерії

Пояснювальна записка
до дипломного проєкту (роботи)
магістра

на тему: **Дослідження міцності цегляної кладки незавершеного
будівництва від атмосферних впливів**

Виконав студент 2 курсу, групи 601-БМ
спеціальності 192 «Будівництво та цивільна
інженерія»

Щур-Дунець Олекса Ігорович

Керівник: д.т.н., проф. Семко О.В.

Зав. кафедри: д.т.н., проф. Семко О.В.

Рецензент: Стрюк Р.І.

Полтава – 2026 року

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1. СТАН НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ПРОБЛЕМИ ДОВГОВІЧНОСТІ ТА ДІАГНОСТИКИ КАМ'ЯНИХ КОНСТРУКЦІЙ.....	9
1.1. Теоретичні аспекти руйнування пористих стінових матеріалів під дією атмосферних чинників.....	10
1.2. Огляд методів обстеження та діагностики будівель з тривалим терміном простою.....	19
1.3. Аналіз існуючих підходів до оцінки залишкового ресурсу та надійності: від детермінованих до імовірнісних методів.....	27
1.4. Висновки до першого розділу.....	33
РОЗДІЛ 2. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ НЕДОБУДОВАНОГО ОБ'ЄКТУ	35
2.1. Характеристика об'єкта досліджень та нормативна база проведення технічної експертизи.....	36
2.2. Методика візуально-інструментального обстеження	43
2.3. Характеристика приладної бази та похибки вимірювань	46
2.4. Методика лабораторних випробувань фізико-механічних характеристик матеріалів кладки.....	49
2.5. Методика перевірних розрахунків та оцінки надійності конструкцій.....	51
2.6. Висновки до другого розділу.....	52
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ НЕСУЧОЇ ЗДАТНОСТІ КОНСТРУКЦІЙ БУДІВЛІ ПО ВУЛ. ГЕРОЇВ АЗОВУ, 43.....	55
3.1. Результати візуального обстеження: аналіз характеру та локалізації дефектів атмосферного походження.....	56

					<i>601-БМ.12135619.ПЗ</i>			
<i>Змін.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Дослідження міцності цегляної кладки незавершеного будівництва від атмосферних впливів</i>	<i>Стадія</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Щур-Дунець О.І.</i>					4	144
<i>Перевір.</i>		<i>Семко О.В.</i>				<i>Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка» Кафедра БтаЦІ</i>		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Зигун А.Ю.</i>						
<i>Затверд.</i>		<i>Семко О.В.</i>						

3.2. Результати інструментальних та лабораторних досліджень міцності цегли та розчину.....	60
3.3. Чисельний аналіз несучої здатності пошкоджених простінків та стін.....	68
3.4. Оцінка достовірності отриманих результатів та порівняння з нормативними вимогами.....	71
3.5. Висновки до третього розділу.....	74
РОЗДІЛ 4. РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ВІДНОВЛЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ ПРИДАТНОСТІ БУДІВЛІ.....	77
4.1. Розробка конструктивних рішень підсилення цегляної кладки.....	78
4.2. Технологічні рекомендації щодо відновлення захисних властивостей огорожувальних конструкцій.....	80
4.3. Заходи щодо поліпшення температурно-вологісного режиму для запобігання подальшій деградації.....	82
4.4. Рекомендації з подальшої експлуатації та моніторингу підсилених конструкцій.....	86
4.5. Висновки до четвертого розділу.....	88
ВИСНОВКИ.....	92
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	95
ДОДАТКИ.....	102

					<i>601-БМ.12135619.ПЗ</i>			
<i>Змін.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Щур-Дунець О.І.</i>			<i>Дослідження міцності цегляної кладки незавершеного будівництва від атмосферних впливів</i>	<i>Стадія</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Семко О.В.</i>					5	144
<i>Н. Контр.</i>		<i>Зигун А.Ю.</i>				<i>Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка» Кафедра БтаЦІ</i>		
<i>Затверд.</i>		<i>Семко О.В.</i>						

ВСТУП

Сучасний етап розвитку будівельної галузі України характеризується наявністю значної кількості об'єктів незавершеного будівництва, що утворилися внаслідок різних економічних та соціально-політичних чинників останніх десятиліть. Проблема відновлення та введення в експлуатацію таких споруд виходить за межі суто інженерних завдань і набуває загальнодержавного значення, оскільки раціональне використання існуючого фонду нерухомості є економічно доцільнішим за нове будівництво. Проте тривалий простій будівель без реалізації належних заходів із консервації перетворює їхні несучі конструкції на відкриті термодинамічні системи, що зазнають інтенсивного та безперешкодного впливу агресивних факторів навколишнього середовища.

Особливої гостроти ця проблема набуває для будівель із несучими стінами з керамічної цегли. Специфіка пористої структури цього матеріалу в умовах відсутності покрівлі та водовідведення зумовлює його критичне водонасичення. В кліматичних умовах України, що характеризуються значною кількістю циклів переходу температури через 0°C протягом вісінньо-зимового періоду, це призводить до розвитку незворотних деструктивних процесів. Механізми морозного руйнування та адсорбційного зниження міцності, відомого як ефект Ребіндера, спричиняють деградацію поверхневих шарів кладки, втрату нею цілісності та, як наслідок, суттєве зниження несучої здатності споруди в цілому.

Враховуючи вищезазначене, актуальність теми магістерської роботи зумовлена нагальною потребою у вдосконаленні підходів до діагностики та оцінки залишкового ресурсу саме таких «відкритих» конструкцій. Існуючі методики часто не враховують специфіку глибинного пошкодження матеріалів у недобудованих об'єктах, що може призводити до помилкових висновків при розробці проектів реконструкції. Дослідження реального стану кладки, що зазнала багаторічного атмосферного впливу, та розробка на цій

					601-БМ.12135619.ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

основі ефективних методів підсилення є необхідною умовою забезпечення безпеки та довговічності відновлених об'єктів.

Логічним продовженням аналізу проблематики є формулювання основної мети роботи, яка полягає у комплексній оцінці впливу атмосферних факторів на зміну фізико-механічних характеристик та несучої здатності цегляної кладки об'єкта незавершеного будівництва з подальшою розробкою та обґрунтуванням конструктивних рішень щодо її відновлення та підсилення. Досягнення цієї мети вимагає системного підходу, що реалізується через вирішення низки взаємопов'язаних задач дослідження:

– здійснити поглиблений аналіз сучасного стану наукових досліджень та нормативної бази щодо механізмів деструкції пористих стінових матеріалів під дією знакозмінних температур та підвищеної вологості;

– виконати детальне візуально-інструментальне обстеження об'єкта незавершеного будівництва для ідентифікації характеру, локалізації та обсягів дефектів, спричинених атмосферними впливами;

– експериментально встановити фактичні показники міцності матеріалів кладки (цегли та розчину) методами неруйнівного контролю з обов'язковою лабораторною верифікацією результатів на відібраних зразках;

– провести чисельний аналіз залишкової несучої здатності стін та простінків, базуючись на уточнених розрахункових схемах, що враховують реальну деградацію геометричних перерізів та зниження механічних властивостей матеріалів;

– розробити ефективні конструктивні заходи з підсилення пошкоджених ділянок та надати рекомендації щодо забезпечення подальшої надійної експлуатації відновленої будівлі.

В якості об'єкта дослідження обрано технічний стан несучих цегляних стін будівлі незавершеної реконструкції, розташованої за адресою: м. Полтава, вул. Героїв Азову, 43. Цей об'єкт є типовим представником «довгобудів» регіону, що дозволяє екстраполювати отримані результати на аналогічні споруди.

					601-БМ.12135619.ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Предметом дослідження виступають закономірності зміни несучої здатності та експлуатаційної придатності цегляної кладки під впливом тривалих атмосферних чинників, а також методи та засоби відновлення її роботоздатності.

Для досягнення поставленої мети та отримання достовірних результатів у роботі застосовано комплекс взаємодоповнюючих методів дослідження, вибір яких зумовлений специфікою об'єкта. На етапі постановки задачі використано аналітичний метод для критичного огляду фахової літератури та нормативної бази, що дозволило ідентифікувати ключові фактори ризику для незаконсервованих будівель. Емпірична складова роботи базувалася на поєднанні візуального методу, спрямованого на фіксацію карт дефектів та зон замокання, з інструментальними методами неруйнівного контролю. Зокрема, для визначення міцнісних характеристик матеріалів застосовувалися ультразвуковий та склерометричний методи з подальшою статистичною обробкою даних, а для оцінки геометрії конструкцій – геодезичні методи. Верифікація отриманих даних здійснювалася шляхом лабораторних випробувань відібраних зразків, а оцінка залишкового ресурсу – за допомогою методів будівельної механіки та теорії опору матеріалів при виконанні перевірних розрахунків.

Загальний обсяг і структура магістерської роботи підпорядковані логіці наукового пошуку. Робота викладена на 144 сторінках друкованого тексту і складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел із 51 найменувань та 3 додатків. Текстова частина ілюстрована 18 рисунками та містить 7 таблиць, що унаочнюють результати проведених обстежень та розрахунків.

					601-БМ.12135619.ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

**РОЗДІЛ І. СТАН НАУКОВИХ
ДОСЛІДЖЕНЬ ПРОБЛЕМИ
ДОВГОВІЧНОСТІ ТА ДІАГНОСТИКИ
КАМ'ЯНИХ КОНСТРУКЦІЙ**

					601-БМ.12135619.ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.1 Теоретичні аспекти руйнування пористих стінових матеріалів під дією атмосферних чинників

Фундаментальне розуміння довговічності цегляної кладки в умовах незавершеного будівництва базується на розгляді керамічної цегли як складної гетерогенної капілярно-порової системи, властивості якої детермінуються мінералогічним складом сировини та параметрами технологічного циклу випалу. В ситуаціях, коли огорожувальні конструкції тривалий час позбавлені проектних захисних шарів, таких як покрівля, зовнішнє тинькування або системи організованого водовідведення, вони трансформуються у відкриті термодинамічні системи, що перебувають у стані постійного волого- та теплообміну з агресивним навколишнім середовищем. Ключовим фактором деградації матеріалу в таких умовах виступає інтенсивне вологонасичення структури, яке стає передумовою для подальших механічних та хімічних руйнувань, ініційованих атмосферними опадами та температурними флуктуаціями.

Процес вологоперенесення всередині керамічного черепка визначається його відкритою пористістю та специфічною площею поверхні капілярів, що створює умови для міграції вільної води під дією гравітаційних, сорбційних сил та капілярного потенціалу. Відсутність консервації об'єкта призводить до того, що огорожувальні елементи переходять у режим глибокого водонасичення, де капілярне підсмоктування в нижніх рядах кладки поєднується з прямою мокрою депозицією опадів у верхніх частинах стін. Особливе значення при цьому має розподіл пор за розмірами, оскільки саме архітектура порового простору визначає кінетику насичення та критичну вологість, при якій починаються незворотні процеси структурного розшарування матеріалу.

Інтенсивне вологонасичення стає каталізатором найбільш руйнівного фізичного процесу у вітчизняних кліматичних умовах – циклічного заморожування та відтавання вологи у порах цегли. Аномальне збільшення

										Арк.
										10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

601-БМ.12135619.ПЗ

об'єму води приблизно на 9 % при її фазовому переході у лід генерує значний внутрішній кристалізаційний тиск, що діє безпосередньо на стінки капілярів. У випадку, коли розвинуті напруження перевищують характеристичну границю міцності керамічного матриксу на розтяг, у матеріалі виникають мікротріщини, які з кожним наступним циклом піддаються кумулятивному розширенню, що зрештою призводить до магістральних розривів та розшарування цегли. [27]

Ефект морозобійного руйнування суттєво диференціюється залежно від типу пор, оскільки температура замерзання води в обмеженому просторі капілярів не є константною і знижується під впливом адсорбційних сил. [50] Якщо у макропорах та технологічних пустотах лід утворюється при температурах, близьких до 0 °С, то у мікропорах вода може перебувати в переохолодженому стані навіть при значних від'ємних температурах, створюючи градієнт внутрішніх гідравлічних напружень. Така неоднорідність призводить до виникнення складного напруженого стану всередині кожної окремої цеглини, де зовнішні шари руйнуються внаслідок прямого льодового тиску, а внутрішні ділянки піддаються деструкції через міграцію незамерзлої води, що витісняється фронтом промерзання вглиб конструкції.

Паралельно з фазовими переходами вологи, на цілісність конструкцій впливають температурні градієнти, що виникають внаслідок нерівномірного нагрівання та охолодження зовнішніх та внутрішніх шарів стіни. Значна товщина несучих стін, яка для капітальних будівель часто становить 510 мм і більше, сприяє виникненню термічних напружень між освітленою сонцем поверхнею та охолодженим ядром кладки. В умовах незавершеного будівництва, де відсутня жорстка просторова фіксація стін дисками перекриттів на всіх рівнях, такі температурні деформації викличуть додаткові згинальні моменти, що сприяє розкриттю швів та інтенсифікації руйнівного впливу морозної деструкції.

Продовжуючи ґрунтовний виклад теоретичних засад деградації огорожувальних конструкцій, необхідно акцентувати увагу на тому, що

										Арк.
										11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	601-БМ.12135619.ПЗ					

фізичне руйнування, ініційоване фазовими переходами вологи, протікає в постійній синергії з агресивними хімічними перетвореннями. В умовах тривалого експонування незавершеного будівництва під відкритим небом, керамічна цегла та розчинні шви стають об'єктом кумулятивного впливу газоподібних забруднювачів атмосфери, серед яких провідну роль відіграє діоксид сірки (SO_2), оскільки він є основним чинником сульфатизації мінеральної матриці будівельних матеріалів.

Процес хімічної деградації активується при взаємодії діоксиду сірки з карбонатними включеннями, що можуть міститися як у самому керамічному черепку, так і в розчині кладки, призводячи до кристалізації гіпсу ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$) безпосередньо у поровій структурі. Сутність деструктивного впливу цього явища полягає у значному збільшенні молярного об'єму продуктів реакції порівняно з вихідними мінералами, що генерує внутрішній кристалізаційний тиск, який за своїми механічними наслідками подібний до тиску льоду, проте має перманентний характер дії незалежно від пори року.

Суттєвим аспектом, що прискорює втрату цілісності матеріалу, є присутність в атмосфері оксидів азоту (NO_x) та озону (O_3), які виступають каталізаторами окиснення сірчистих сполук до агресивної сірчаної кислоти безпосередньо всередині капілярів. Таке поєднання хімічних агентів ініціює процеси вилуговування та гідролізу, що призводить до розчинення зв'язуючих компонентів керамічного матриксу та перетворення структури на пухку, порошкоподібну масу. Механізм перенесення цих забруднювачів диференціюється на «мокру» депозицію, коли кислотні сполуки потрапляють у кладку з опадами, та «суху» депозицію, що передбачає адсорбцію газів на вологих поверхнях з подальшою трансформацією в сольові відкладення.

Варто зауважити, що циклічність зволоження та висихання в поєднанні з сольовою корозією викликає специфічні морфологічні зміни поверхні, такі як «лущення» та «розшарування», коли під дією солей, що кристалізуються, від тіла цегли відокремлюються тонкі фрагменти. Кристалізаційний тиск солей (переважно сульфатів магнію та натрію) у мікропорах може досягати величин,

					601-БМ.12135619.ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

що перевищують границю міцності керамічного черепка на розрив, що в сукупності з морозобійними мікротріщинами створює розгалужену мережу магістральних дефектів.

Особливої уваги в контексті довговічності потребує аналіз деструкції сполучних розчинів, які через свою високу пористість та наявність гідратів кальцію є менш стійкими до атмосферних впливів, ніж цегла. Внаслідок дії сульфатовмісних опадів можливе формування таких вторинних мінеральних фаз, як етtringіт або таумасит, виникнення яких супроводжується значними об'ємними деформаціями. Формування таумаситу за низьких температур та високої вологості призводить до деструктивного розм'якшення розчину, що повністю нівелює його здатність передавати стискальні зусилля між рядами кладки та провокує нерівномірний перерозподіл напружень у конструкції.

Сукупна дія описаних фізико-хімічних процесів призводить до того, що кам'яна кладка переходить у стан прискореного старіння, де первинні механічні пошкодження від заморожування стають провідниками для хімічної корозії, що в комплексі вимагає врахування знижувальних коефіцієнтів при оцінці несучої здатності. Таким чином, теоретичне обґрунтування міцності кладки в умовах незавершеного будівництва має базуватися на розгляді матеріалу як динамічної системи, що постійно втрачає робочий переріз та когезійну міцність через агресивний вплив навколишнього середовища.

Процес деградації керамічного черепка суттєво інтенсифікується за рахунок механізму кристалізації розчинних солей, який у науковій літературі часто розглядається як аналог морозобійного руйнування за своєю фізичною природою, але з більш складними хімічними передумовами. В умовах незавершеного будівництва, коли капілярно-пориста структура цегли перебуває у стані постійного вологообміну, атмосферні опади приносять усередину матеріалу розчинені сульфати, нітрати та хлориди, які при випаровуванні вологи переходять у тверду фазу. Найбільш агресивними є сульфати натрію (Na_2SO_4) та магнію ($MgSO_4$), здатні до утворення декількох типів гідратів залежно від температурно-вологісних умов. Кристалізаційний

									601-БМ.12135619.ПЗ	Арк.
										13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

тиск, що виникає при зростанні кристалів солей у обмеженому просторі мікропор, може досягати значень, що значно перевищують міцність керамічного матриксу на розрив, що ініціює процеси мікротріщиноутворення задовго до наступу від'ємних температур.

Важливою детермінантою швидкості фізико-хімічного руйнування є показник відкритої пористості та специфічна площа поверхні капілярів, оскільки ці параметри безпосередньо визначають інтенсивність перенесення вологи та масу акумульованих забруднювачів. Дослідження підтверджують пряму кореляцію між об'ємом відкритих пор та швидкістю поверхневої рецесії матеріалу: чим вища пористість, тим глибше фронт зволоження проникає вглиб кладки, переносячи агресивні агенти до внутрішніх шарів конструкції. Це призводить до виникнення ефекту «лущення» та формування так званих «чорних кірок», що складаються з гіпсу та часток сажі, які не лише погіршують естетичний стан фасадів, а й створюють щільний бар'єр, що перешкоджає вільному виходу вологи, провокуючи підповерхневу деструкцію.

Окрім поверхневих ефектів, значної уваги потребує аналіз внутрішньої деградації скелетного матриксу цегли, що складається з лужних та лужноземельних силікатів. В умовах підвищеної вологості та наявності сірчаної кислоти, яка утворюється внаслідок каталітичного окиснення діоксиду сірки, відбувається гідролітичне розщеплення силікатних зв'язків. Цей процес супроводжується вимиванням металів із матриці та формуванням мережі каналів і мікротріщин, що робить структуру пухкою та позбавленою когезійної міцності. Синергізм фізичного впливу циклів заморожування та хімічного розчинення компонентів кераміки призводить до того, що матеріал втрачає свою структурну стабільність, перетворюючись на сукупність ізольованих зерен, що є критичним для довговічності стінових огорожень.

Особливим фактором ризику для цегли, що містить значну кількість кальциту (понад 15–20 %), є процес утворення вторинного гіпсу безпосередньо всередині керамічного черепка. Взаємодія карбонату кальцію з сульфат-іонами атмосферного походження призводить до заміщення вихідних мінералів

					601-БМ.12135619.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

гіпсовими ореолами. Оскільки молярний об'єм гіпсу набагато більший за об'єм кальциту, всередині матеріалу виникає поле напружень, яке в поєднанні з періодичним льодовим тиском прискорює деструкцію в геометричній прогресії. Такі умови характерні для об'єктів, що роками стоять без консервації, де відсутність захисних покриттів дозволяє кислотним агентам безперешкодно реагувати з мінеральним складом цегли.

Таким чином, комплексна дія атмосферних чинників на керамічну цеглу в умовах незавершеного будівництва трансформує матеріал із проектно стабільного у динамічно деструктивний. Кожен цикл зволоження, заморожування та висихання не лише механічно розширює порову мережу, а й хімічно перетворює її структуру, знижуючи загальну надійність конструкції. Це вимагає впровадження спеціалізованих підходів до оцінки технічного стану, які б враховували не лише видимі пошкодження, а й приховану мікроструктурну деградацію матеріалів.

Розглядаючи механіку деградації керамічного матриксу, необхідно враховувати, що кам'яна кладка за своєю природою є неоднорідним композитним тілом, де напружений стан окремих елементів обумовлений нерівномірною передачею зусиль через розчинові шви. Теоретичні моделі міцності, зокрема модифікована формула професора Л. І. Онищика, вказують на те, що границя міцності кладки при стиску є значно нижчою за міцність самого каменю, становлячи при використанні міцних розчинів лише 30–40 % від показників цегли. Це пояснюється тим, що через місцеві нерівності та неоднакову густину розчину камені піддаються не лише стиску, а й складним деформаціям вигину та зрізу. В умовах атмосферних впливів цей стан ускладнюється концентрацією розтягувальних напружень над вертикальними швами, що ініціює появу перших мікротріщин задовго до досягнення руйнівного навантаження.

Процес вологонасичення керамічної цегли супроводжується не лише фізичним заповненням капілярів, а й зміною пружно-пластичних властивостей матеріалу. Капілярно-пориста структура цегли визначає її здатність до сорбції

									601-БМ.12135619.ПЗ	Арк.
										15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

та десорбції вологи, що в умовах циклічних температурних флуктуацій призводить до виникнення градієнта внутрішніх напружень. Згідно з термодинамічними засадами, морозобійне руйнування ініціюється в макропорах, де замерзання відбувається при температурах, близьких до 0 °С, тоді як у мікрокапілярах вода може зберігати рідкий стан навіть при значних від'ємних температурах через дію адсорбційних сил. Така неоднорідність фазових переходів генерує гідравлічний тиск, який витісняє незамерзлу вологу вглиб конструкції, створюючи ефект «гідравлічного удару» та сприяючи пошаровому розрушенню керамічного черепка.

Особливе значення для довговічності конструкції має стан зчеплення між розчином та каменем, який є найбільш вразливою ланкою при дії розтягувальних зусиль, спричинених температурно-вологісними впливами. Опір кладки розтягу та зрізу залежить від адгезійних властивостей контакту, які деградують під впливом циклічного заморожування та вимивання солей. Теоретично, при виході ексцентриситету нормальної сили за межі ядра перерізу, в кладці утворюються тріщини розкриття швів, що кардинально змінює розрахункову схему будівлі, перетворюючи її на систему окремих блоків із порушеними зв'язками. Це підкреслює важливість розгляду тривалої надійності як властивості об'єкта зберігати працездатний стан до настання граничного стану в умовах агресивного середовища.

Кінетика накопичення пошкоджень у незавершених конструкціях має нелінійний характер, де початкові акти мікротріщиноутворення полегшують проникнення агресивних хімічних агентів углиб матеріалу. Синергізм фізичного тиску льоду та хімічної корозії розчинів призводить до деструктивного розм'якшення структури, особливо при формуванні вторинних мінералів, таких як таумасит, що викликає повну втрату когезійної міцності зв'язуючого. Таким чином, аналіз довговічності кладки в умовах незавершення будівництва вимагає інтегрального підходу, що враховує деформативність матеріалів під навантаженням, яке діє тривалий час, та врахування коефіцієнтів умов роботи, що відображають ступінь фізичного зносу.

										601-БМ.12135619.ПЗ	Арк.
											16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

сульфатовмісних опадів та низьких температур можливе формування таких деструктивних фаз, як еттрингіт або таумасит. Кристалізація еттрингіту супроводжується значним збільшенням об'єму, що викликає внутрішні розтягувальні напруження та призводить до розкриття мікротріщин у матриці розчину. Більш того, формування таумаситу за низьких позитивних температур та високої вологості спричиняє розм'якшення розчину та повну втрату його когезійної міцності, що критично знижує здатність кладки передавати стискальні зусилля.

Узагальнюючи науково-теоретичні засади деструкції, можна стверджувати, що довговічність кам'яної кладки в умовах незавершеного будівництва є функцією її здатності зберігати працездатний стан до настання граничного стану в умовах агресивних впливів. Втрата експлуатаційної придатності огорожувальних елементів у таких ситуаціях зумовлена кумулятивним ефектом фізичного пошкодження льодом та хімічного розкладання зв'язуючих компонентів, що вимагає врахування зниженої надійності при оцінці залишкового ресурсу об'єкта. Кожен цикл зволоження-заморожування не лише механічно розширює порову мережу, а й формує нові канали для проникнення кислотних агентів, що трансформує кладку в динамічно деградуючу систему. Таким чином, аналіз теоретичних моделей руйнування підкреслює необхідність розгляду технічного стану пошкоджених конструкцій як перехідної ситуації, де тривалість агресивного впливу може бути меншою за розрахунковий строк експлуатації, проте наслідки відмови є значними з точки зору соціальних та економічних втрат.

Синергетичний ефект фізичного зносу та хімічної агресії середовища призводить до того, що тривалість безвідмовної роботи конструкцій в умовах незавершеного будівництва стає випадковою величиною, яка залежить від інтенсивності кліматичних впливів. Важливо підкреслити, що за відсутності консервації об'єкта процеси деградації набувають нелінійного характеру: первинне морозобійне розтріскування керамічного матриксу різко підвищує його ефективну пористість, що, у свою чергу, інтенсифікує капілярне

											601-БМ.12135619.ПЗ	Арк.
												18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата								

всмоктування сульфатовмісних розчинів та прискорює хімічну сульфатизацію. Така взаємозалежність факторів викликає перехід конструкції з працездатного стану до стану обмеженої придатності або навіть аварійності за період, що є значно меншим за розрахунковий строк експлуатації будівлі.

Теоретичний аналіз механізмів руйнування дозволяє стверджувати, що при оцінці залишкового ресурсу цегляних стін незавершеного об'єкту необхідно враховувати не лише фактичну втрату перерізу через лушення поверхні, а й внутрішню деструкцію сполучного розчину, зокрема ризик утворення таумаситу та етtringіту, що нівелюють зчеплення між рядами кладки. Таким чином, фізико-хімічна стійкість матеріалів у цей перехідний період життєвого циклу об'єкта стає визначальним параметром для прийняття рішення про можливість відновлення будівництва та вибір методів подальшого підсилення.

1.2 Огляд методів обстеження та діагностики будівель з тривалим терміном простою

Технічне діагностування об'єктів незавершеного будівництва є багатовекторним процесом, що інтегрує методи інженерних вишукувань, аналітичного прогнозування та інструментального контролю. На відміну від планового обстеження експлуатованих споруд, діагностика «довгобудів» акцентує увагу на динаміці накопичення пошкоджень у конструкціях, що тривалий час перебували без проєктного захисту – покрівлі, систем водовідведення та фасадного оздоблення. Основним нормативним базисом для проведення таких робіт в Україні є ДСТУ 9273:2024, який регламентує послідовність дій від вивчення архівних проєктних рішень до формування висновку про категорію технічного стану.

В академічному розумінні діагностування розглядається як процес ідентифікації відповідності фактичних фізико-механічних параметрів елементів вимогам надійності та безпеки, встановленим на етапі проєктування.

					601-БМ.12135619.ПЗ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для об'єктів із терміном простою понад 5-8 років ключовим завданням є диференціація проектних «дефектів» (помилки монтажу) та «пошкоджень», що виникли внаслідок атмосферної агресії. Згідно з положеннями ДБН В.1.2-14:2018, встановлена надійність має бути верифікована на всіх етапах, що особливо важливо при зміні класу наслідків об'єкта або його функціонального призначення під час реконструкції.

Етап візуального обстеження є визначальним для локалізації зон критичного ризику та розробки програми інструментальних випробувань. У процесі суцільного огляду здійснюється фіксація морфології тріщиноутворення, що дозволяє визначити характер напружено-деформованого стану конструкції. Для цегляних несучих стін об'єктів, позбавлених консервації, характерним є виявлення ознак глибокого вологонасичення, що проявляється у вигляді розшарування швів, висолів та біологічної корозії.

Особлива наукова увага під час візуальної діагностики приділяється ідентифікації морозобійного руйнування керамічного матриксу. Фактичні дані натурних обстежень (на прикладі об'єкта по вул. Героїв Азову, 43) підтверджують, що тривала експозиція під відкритим небом призводить до пошарової деструкції цегли, що візуально фіксується як лущення поверхні та випадання окремих фрагментів кладки. Результати цього етапу оформлюються у вигляді дефектних відомостей із точною прив'язкою пошкоджень до вісей та відміток, що є необхідною умовою для виконання подальших перевірних розрахунків несучої здатності.

Для об'єктів із тривалим простоем критичним фактором є оцінка просторової стабільності остова. Перерваний цикл будівництва часто супроводжується зміною гідрогеологічного режиму майданчика, що може ініціювати нерівномірні деформації основ та фундаментів. Інструментальний контроль геометричних параметрів базується на використанні прецизійних приладів, що дозволяють виявити відхилення, невидимі при візуальному огляді.

					601-БМ.12135619.ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Геодезичний моніторинг включає визначення кренів кутів будівлі та вертикальності простінків за допомогою електронних тахеометрів, що забезпечують точність вимірювань до декількох міліметрів. Паралельно здійснюється фіксація фактичних розмірів перерізів несучих елементів за допомогою лазерних далекомірів. Важливим аспектом є порівняння отриманих даних із проектними допусками згідно з ДСТУ-Н Б В.1.3-1, оскільки навіть незначні геометричні ексцентриситети, що накопичилися за час простою, можуть суттєво знизити несучу здатність стиснутих цегляних стовпів та простінків.

Оцінка міцнісних характеристик матеріалів у пошкодженій кладці вимагає комплексного застосування неруйнівних (NDT) та руйнівних методів. Неруйнівний контроль, представлений методами ударного імпульсу та ультразвукового прозвучування, дозволяє оперативно отримати статистику по всьому об'єкту. Однак наукові дослідження вказують на суттєве зниження точності цих методів (до 15-20%) при роботі з керамікою, що зазнала атмосферної деградації, через неоднорідність щільності поверхневого шару.

Для отримання верифікованих даних необхідно проводити прямі випробування зразків (цегли та розчину), відібраних безпосередньо з тіла конструкції. Лабораторні випробування на гідравлічних пресах дозволяють встановити реальну межу міцності на стиск та вигин, що часто виявляється значно нижчою за паспортні дані через процеси вимивання солей та циклічне заморожування. Окреме місце в системі діагностики займає метод плоских домкратів (Flat-Jack), який дозволяє визначити дійсні напруження «in-situ», враховуючи реальну роботу кладки як композитного тіла.

Фінальна фаза діагностики полягає у синтезі отриманих даних для віднесення конструкцій до однієї з чотирьох категорій технічного стану. Для «довгобудів» найхарактернішим є перехід до категорії «3» (непридатний до нормальної експлуатації), що фіксується при вичерпанні запасу міцності за першою групою граничних станів.

					601-БМ.12135619.ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Оцінка стану супроводжується перевірними розрахунками за фактичною розрахунковою схемою, що враховує виявлені дефекти: втрату перерізу (до 60 мм), корозію арматури та деградацію міцності розчину. Розрахунки виконуються з урахуванням коефіцієнтів надійності за відповідальністю ($\gamma_n = 1,1$ для класу СС2) та фактичних навантажень. Результатом діагностичного циклу стає розробка індивідуальних рекомендацій щодо підсилення (наприклад, встановлення сталевих обойм), що є передумовою для безпечної добудови об'єкта.

В умовах технічного діагностування об'єктів, конструкції яких тривалий час перебували без проєктного захисту, критичним завданням є виявлення деформацій, спричинених зміною фізико-механічних властивостей основ. Використання сучасного вимірювального комплексу, що включає лазерні далекоміри серій Hilti PD5 та Bosch Professional GLM 150-27 C, дозволяє з високою точністю встановити фактичні лінійні розміри та відхилення несучих елементів від проєктних значень. Для ідентифікації прихованих переквісів конструктивного остова та визначення кренів кутів будівлі застосовується електронний тахеометр Sokkia CX-106, що забезпечує отримання достовірних даних про просторову стійкість споруди навіть за відсутності стаціонарних реперів. Особлива увага приділяється вимірюванню прогинів залізобетонних плит перекриття та горизонтальності їхнього опираючого за допомогою лазерних нівелірів Hilti PM 2-L, що є передумовою для оцінки безпеки подальшої експлуатації. Інструментальна фіксація ширини розкриття тріщин за допомогою електронних мікрометрів УАТО УТ-72305 та штангенциркулів УТ-72003 дозволяє диференціювати силові тріщини від тих, що виникли внаслідок температурно-вологісних коливань у незахищеній кладці.

Науково обґрунтована оцінка залишкової міцності капілярно-пористих матеріалів, що зазнали атмосферної деградації, неможлива без проведення прямих лабораторних випробувань. Згідно з положеннями ДСТУ Б В.2.7-248:2011, для визначення реального класу міцності цегли здійснюється відбір зразків безпосередньо з тіла конструкції з подальшим випробуванням на

					601-БМ.12135619.ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

гідравлічних пресах. Результати таких досліджень часто демонструють невідповідність фактичної міцності паспортним даним, особливо у зонах морозобійного руйнування, де міцність цегли може бути суттєво нижчою за номінальну. Паралельно проводиться аналіз міцності розчину за методикою ДСТУ EN 1015-11:2022, що дозволяє встановити ступінь вимивання в'язучого та карбонізації швів під час простою будівлі. Отримані кількісні показники міцності каменю (наприклад, M125) та розчину (M5) стають базовими параметрами для побудови адекватної розрахункової моделі пошкодженого об'єкта.[26]

Завершальна стадія діагностики базується на виконанні перевірних розрахунків, які інтегрують дані про геометричні відхилення та фактичні властивості матеріалів. При моделюванні напружено-деформованого стану будівель класу наслідків СС2 обов'язковим є врахування коефіцієнта надійності за відповідальністю $\gamma_n = 1,1$. Розрахункова схема повинна відображати втрату робочого перерізу стін внаслідок морозобійного луцення, що може досягати 40 % від проєктних показників у найбільш пошкоджених зонах. Для оцінки складно-навантажених елементів, таких як простінки з тріщинами, застосовується варіаційний метод у теорії пластичності, який дозволяє визначити граничне навантаження на основі кінематично можливих схем руйнування. Розрахунок також має враховувати змінні навантаження, зокрема снігові та корисні, з відповідними коефіцієнтами надійності.[2]

Підсумком діагностичного обстеження є категоризація технічного стану кожної групи конструкцій згідно з ДСТУ 9273:2024. Для об'єктів із тривалим терміном простою найбільш характерним є віднесення несучих стін до категорії «3» (непридатний до нормальної експлуатації), що фіксується при виявленні ознак вичерпання несучої здатності або значної деструкції матеріалів. У випадках, коли пошкодження загрожують цілісності конструкції або існує ймовірність крихкого руйнування вузлів, стан класифікується як аварійний (категорія «4»). Для залізобетонних плит перекриття, попри наявність корозії арматури та руйнування захисного шару бетону, часто

										601-БМ.12135619.ПЗ	Арк.
											23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

встановлюється задовільний стан (категорія «2») за умови збереження розрахункової площі перерізу металу. Така детальна класифікація є науковим підґрунтям для розробки специфічних технологічних рішень щодо підсилення, таких як влаштування сталевих обойм із кутиків 75×6 мм для відновлення експлуатаційної придатності.

Науковий підхід до оцінки несучої здатності пошкодженої кладки базується на розумінні її як композитного тіла, де камінь і розчин працюють у складному напружено-деформованому стані. Згідно з класичною теорією Л. І. Онищика, міцність кладки завжди нижча за міцність окремої цегли, що зумовлено нерівномірною щільністю розчинових швів та виникненням зусиль вигину і зрізу в окремих каменях. В умовах тривалого простою без консервації цей ефект посилюється через вимивання зв'язуючого з розчину та зниження його пластичності, що призводить до падіння міцності кладки до 10-15% від номінальної міцності цегли. Аналітичний огляд свідчить, що емпіричні формули (зокрема Онищика або Гільсдорфа) потребують корекції на коефіцієнт тривалого опору f_g , який для кладок на слабких розчинах (марки 2,5 та нижче) може становити лише 0,6-0,7 від межі короточасної міцності.

Для об'єктів із незавершеним циклом зведення критичним аспектом є стан багатопустотних плит перекриття, які в період простою виконували роль тимчасового покриття. Діагностика таких елементів передбачає обов'язкове використання магнітних методів для визначення фактичного розташування та діаметра арматури, оскільки проєктні дані можуть бути спотворені корозійними процесами. Особлива увага приділяється виявленню «морозобійного розриву» бетонних стінок порожнин, що виникає через замерзання води, яка накопичується всередині плит унаслідок відсутності покрівлі. Хоча такі пошкодження часто не призводять до миттєвої втрати несучої здатності, вони суттєво знижують жорсткість диска перекриття, що вимагає проведення перевірних розрахунків за другою групою граничних станів (прогини та розкриття тріщин).

					601-БМ.12135619.ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Методологія обстеження фундаментів «довгобудів» принципово відрізняється від діагностики експлуатованих споруд через необхідність врахування динаміки рівня ґрунтових вод (РГВ). В умовах призупиненого будівництва відсутність організованого вимощення та зливової каналізації призводить до локального обводнення ґрунтів, що ініціює процеси здимання або првісідання, особливо в лесових ґрунтах, характерних для Полтавського регіону. Процедура діагностики згідно з ДБН В.2.1-10:2018 включає перевірку стану гідроізоляції стін підвалу, яка за тривалого впливу вологи піддається деструкції. Інструментальне визначення фактичного РГВ та аналіз його сезонних флуктуацій є обов'язковим для прогнозування стабільності основи, оскільки підняття вод вище рівня підлоги підвалу створює ризик «спливу» будівлі або критичного замочування підшви фундаменту.

Для об'єктивної оцінки міцності простінків, пошкоджених атмосферною агресією, в академічній практиці застосовується варіаційний метод у теорії пластичності. Цей підхід дозволяє розрахувати граничне навантаження шляхом аналізу кінематично можливих схем руйнування, де пошкоджений елемент розглядається як система жорстких дисків (клинів), що переміщуються по поверхнях розриву швидкостей. Розрахункова модель враховує не лише марку цегли, а й анізотропію міцності кладки на розтяг та зсув, що є особливо актуальним для стін, де внаслідок морозів відбулося розшарування швів. Використання цього методу забезпечує точність розрахунків при стидно-напружених станах (наприклад, при поєднанні вертикального навантаження та бокового тиску ґрунту на стіни підвалу), що дозволяє обґрунтувати необхідність підсилення сталевими обіймами.

Кінцевим продуктом діагностики є створення інтегральної карти дефектів, яка слугує юридично-технічним підґрунтям для коригування проєкту реконструкції. Наукова методика складання відомостей вимагає не простої фіксації наявності тріщини, а встановлення її морфології (силова, температурна чи усадкова) та впливу на розрахунковий переріз. Для об'єктів СС2 дефекти класифікуються за ступенем небезпеки, де пошкодження 3-ї

										Арк.
										25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	601-БМ.12135619.ПЗ					

категорії (непридатні) потребують термінового впровадження технологічних рішень, таких як ін'єктування порожнеч або встановлення стяжних пристроїв. Систематизація цих даних у межах обстеження об'єкта по вул. Героїв Азову, 43 дозволила виявити, що морозобійне руйнування цегли призвело до фактичної втрати несучої здатності на 40%, що робить подальше зведення поверхів без підсилення неможливим.

Обстеження залізобетонних плит перекриття та перемичок в умовах відкритого контуру будівлі вимагає прецизійної оцінки стану армування, оскільки тривалий вплив опадів ініціює корозійні процеси. Методологія діагностики базується на застосуванні магнітного методу згідно з ДСТУ Б В.2.6-4-95, що дозволяє неруйнівним способом встановити товщину захисного шару бетону та фактичне розташування арматурних стрижнів. В академічній практиці цей метод є ключовим для ідентифікації зон, де внаслідок карбонізації бетону або проникнення хлоридів відбулася депасивація сталі. Результати магнітного сканування дозволяють кількісно оцінити ступінь корозійного пошкодження (зменшення діаметра арматури), що є критичним для верифікації несучої здатності залізобетонних елементів за першою групою граничних станів (міцність) та другою групою (тріщиностійкість).

Сучасна наукова парадигма технічного обстеження передбачає перехід від детермінованих до ймовірнісних методів оцінки стану конструкцій. Згідно з ДБН В.1.2-14:2018, основним показником надійності об'єкта, що перебував у простій, є ймовірність відмови P_f протягом розрахункового строку експлуатації. Діагностичні дані про варіативність міцності цегли (наприклад, розкид значень марки М100–М125) та геометричні недосконалості остова використовуються для обчислення дальності відмови β (характеристики безпеки). Для об'єктів класу СС2, таких як незавершена реконструкція по вул. Героїв Азову, 43, діагностика має підтвердити, що рівень ризику виникнення збитків не перевищує припустимих значень ($5 \cdot 10^{-6}$), що забезпечує наукове обґрунтування безпеки подальших будівельних робіт.

					601-БМ.12135619.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

Технічне діагностування фундаментів об'єктів із тривалим терміном простою неможливе без системного аналізу стану ґрунтів основи. Відсутність організованого водовідведення та вимощень призводить до локального вологонасичення ґрунтів, що є особливо небезпечним для лесових (првісідних) основ, поширених у Полтавському регіоні. Діагностика за допомогою натурних шурфів дозволяє верифікувати стан ростверків та виявити ознаки агресивного впливу ґрунтових вод на бетон фундаментів. Згідно з положеннями ДБН В.2.1-10:2018, при обстеженні встановлюється фактична міцність бетону фундаментних блоків та оцінюється цілісність гідроізоляції, яка в умовах тривалого обводнення піддається деструкції. Отримані дані дозволяють спрогнозувати ймовірність подальших нерівномірних вісідань, які можуть спричинити розвиток силових тріщин у цегляних стінах при добудові наступних поверхів.

1.3 Аналіз існуючих підходів до оцінки залишкового ресурсу та надійності: від детермінованих до імовірнісних методів

Прогнозування залишкового ресурсу конструкцій, що тривалий час піддавалися неконтрольованому атмосферному впливу, є критичним етапом наукового обґрунтування безпеки реконструкції об'єктів незавершеного будівництва. В інженерній термінології залишковий ресурс визначається як розрахунковий період часу, протягом якого об'єкт здатний виконувати задані функції за встановлених умов експлуатації до моменту досягнення ним граничного стану. Для будівель із перерваним циклом зведення, зокрема об'єкта по вул. Героїв Азову, 43, аналіз ресурсу трансформується у задачу оцінки накопиченої деградації «нульового циклу» експлуатації, коли конструкції вже сприймають навантаження від власної ваги, але позбавлені проєктних систем захисту від вологи та промерзання.

Сучасний академічний підхід до оцінки ресурсу базується на положеннях теорії надійності, де стан конструкції розглядається як випадковий

					601-БМ.12135619.ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

процес у часі. Згідно з ДБН В.1.2-14:2018, безвідмовність системи характеризується ймовірністю P_f , яка відображає ризик переходу конструкції через один із граничних станів протягом розрахункового строку експлуатації. У межах імовірнісного розрахунку ключовим показником залишкового ресурсу стає дальність відмови β (характеристика безпеки), яка наближено пов'язана з імовірністю P_f через функцію нормованого розподілу працездатності.

Для об'єктів класу наслідків СС2, що перебували у стані простою, оцінка ресурсу вимагає верифікації умови $\beta \geq \beta_{ex}$, де доцільне значення β_{ex} для першої групи граничних станів (стійкість та міцність) у стані нормальної експлуатації становить 4,45–4,75. Використання індексу надійності дозволяє інтегрувати у розрахункову модель випадкову мінливість характеристик кладки (цегли та розчину), встановлену під час діагностики, та прогнозувати момент, коли під впливом атмосферної агресії імовірність відмови перевищить допустимий рівень $5 \cdot 10^{-6}$.

Аналіз залишкового ресурсу неможливий без врахування фізико-хімічної кінетики руйнування матеріалів під дією зовнішнього середовища. Наукові дослідження вказують на нелінійний характер зниження міцності кладки, зумовлений процесами сульфатної агресії та циклічного заморожування. Діоксид сірки (SO_2) та оксиди азоту (NO_x), розчиняючись у волозі всередині пор цегли, ініціюють утворення гіпсу ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$), кристалізація якого супроводжується збільшенням об'єму та створює внутрішні розривні напруження.

У прогнозних моделях ресурсу цей процес описується через коефіцієнт тривалого опору f_g , який для кладок на слабких розчинах (марки М2,5–М5) може становити лише 0,6-0,7 від короткочасної межі міцності. Вичерпання ресурсу в таких умовах визначається «критичною глибиною пошкодження» поверхневого шару: натурні обстеження по вул. Героїв Азову, 43 підтверджують, що морозобійна деструкція на глибину до 60 мм призводить

										Арк.
										28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	601-БМ.12135619.ПЗ					

до втрати несучої здатності стін на 30-40%, що автоматично переводить конструкції до категорії стану «3» (непридатний) та вказує на вичерпання запасу довговічності.

Для складних розрахункових ситуацій, характерних для деформованих простінків, існуючі методики пропонують застосування варіаційного методу в теорії пластичності. На відміну від детермінованих розрахунків за ДСТУ Б В.2.6-207:2015, цей підхід базується на аналізі кінематично можливих схем руйнування, де пошкоджений елемент розглядається як система жорстких дисків, що взаємодіють по поверхнях розриву швидкостей.

У межах оцінки ресурсу варіаційний метод дозволяє визначити межу живучості елемента – здатність конструкції протистояти прогресуючому обваленню після виникнення первинних тріщин. Розрахункова формула для граничного навантаження інтегрує обидві характеристики міцності кладки: на стиск (f_d) та на розтяг (f_t), що є критично важливим для зовнішніх стін, де атмосферна експозиція спричинила анізотропію міцнісних властивостей. Застосування цього методу дає змогу ідентифікувати «залишковий запас міцності», який для незавершених об'єктів часто виявляється недостатнім для сприйняття додаткових навантажень від нових поверхів без проведення робіт із підсилення.

При оцінці ресурсу комбінованих систем, якими є цегляні будівлі із залізобетонними перекриттями, необхідно враховувати стан сталевого армування. В умовах відсутності покрівлі вода, що потрапляє в порожнини багатопустотних плит, спричиняє «морозобійний розрив» бетонних стінок та депасивацію арматури. Згідно з нормами ДСТУ Б В.2.6-4-95, ресурс таких елементів оцінюється за ступенем втрати площі перерізу металу. Хоча одиничні пошкодження порожнин часто класифікуються як задовільні (категорія 2), накопичена корозія знижує жорсткість диска перекриття, що вимагає коригування розрахункових схем при визначенні ресурсу будівлі в цілому.

					601-БМ.12135619.ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Кінцевим індикатором залишкового ресурсу в існуючих підходах є категорія технічного стану споруди. Перехід об'єкта до категорії «3» (непридатний до нормальної експлуатації) сигналізує про вичерпання нормативного запасу надійності з а першою групою граничних станів. Для «довгобудів» це означає, що залишкова довговічність прагне до нуля, оскільки існуючі пошкодження (тріщини, відшарування захисних шарів) унеможливають безпечне сприйняття проектних корисних навантажень. Процедура «відновлення ресурсу» в такому разі полягає у переході до композитних сталезалізобетонних систем шляхом влаштування сталевих об'єктів, що дозволяє штучно підвищити несучу здатність та продовжити життєвий цикл об'єкта до нормативних 100 років.

В основі імовірнісного підходу до оцінки ресурсу кам'яних конструкцій лежить розрахунок дальності відмови β , яка є інтегральним показником надійності системи. Згідно з положеннями нормативної бази, для будівель із середніми наслідками (СС2), до яких відноситься об'єкт по вул. Героїв Азову, 43, доцільне значення β для першої групи граничних станів (міцність та стійкість) становить 4,27 для перехідних ситуацій та 4,75 для усталених режимів експлуатації. У контексті прогнозування ресурсу, цей параметр дозволяє врахувати статистичний розкид міцності матеріалів, зафіксований під час інструментальної діагностики, де варіативність міцності цегли безпосередньо впливає на ймовірність вичерпання несучої здатності протягом проектного строку служби споруди.

Науковий огляд існуючих методик вказує на високу ефективність застосування моделі Х. Гільсдорфа для оцінки залишкової міцності кладки, що зазнала атмосферної агресії. Цей підхід базується на врахуванні поперечних напружень у розчині, які виникають внаслідок обмеження його деформацій прилеглими цеглинами. Для об'єктів із тривалим терміном простою, де спостерігається вимивання в'язучого та карбонізація швів, модель Гільсдорфа дозволяє ідентифікувати момент, коли поперечні розтягувальні зусилля в цеглі перевищують її залишкову міцність. Такий аналітичний підхід забезпечує

									601-БМ.12135619.ПЗ	Арк.
										30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

можливість переходу від констатації поточних дефектів до моделювання часової точки виникнення магістральних вертикальних тріщин, що є базовим критерієм вичерпання експлуатаційного ресурсу елемента.

При оцінці ресурсу кам'яних конструкцій, що перебувають під статичним навантаженням власної ваги в умовах незавершеного будівництва, критичне значення має врахування тривалої міцності матеріалів. Згідно з теоретичними положеннями, межа тривалого опору кладки f_g суттєво залежить від міцнісних характеристик розчину: для кладок на слабких розчинах (марки М2,5–М5) вона може становити лише 0,6–0,7 від межі короткочасної міцності. В існуючих підходах до розрахунку ресурсу це означає, що накопичення пластичних деформацій у часі може призвести до руйнування конструкції навіть без збільшення зовнішнього навантаження, особливо у зонах, де морозобійне луцення вже спричинило концентрацію напружень у внутрішніх шарах кладки.

Сучасна методологія розрахунку залишкового ресурсу інтегрує в себе систему часткових коефіцієнтів надійності.[1] При виконанні перевірних розрахунків пошкоджених простінків для об'єктів класу СС2 застосовується коефіцієнт надійності за відповідальністю $\gamma_n = 1,1$, який виступає множителем до навантажувального ефекту. Це створює необхідний нормативний запас, який при оцінці ресурсу дозволяє компенсувати невизначеність щодо прихованих внутрішніх дефектів кладки, виниклих внаслідок циклічного заморожування. Таким чином, існуючі підходи розглядають надійність не як статичну величину, а як забезпечену імовірність того, що конструкція не перейде в позаграничний стан протягом усього періоду до моменту запланованого підсилення.

В академічному дискурсі оцінка залишкового ресурсу тісно пов'язана з концепцією живучості конструктивного остова. Під живучістю розуміють властивість будівлі протистояти локальним руйнуванням без виникнення явища прогресуючого обвалення. Для недобудованих об'єктів, де несучі стіни вже мають ознаки деградації (тріщини, розшарування), аналіз ресурсу включає

					601-БМ.12135619.ПЗ	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

моделювання сценаріїв аварійних ситуацій. Розрахунок на прогресуюче руйнування дозволяє встановити, чи збереже будівля загальну стійкість у разі виходу з ладу найбільш пошкодженого простінка, що є вирішальним при прийнятті рішення про технічну можливість добудови наступних поверхів без демонтажу існуючих конструкцій.

Існуючі підходи враховують мінливість міцності через коефіцієнт варіації, який для об'єктів тривалого простою (як вул. Героїв Азову, 43) значно зростає через нерівномірну атмосферну корозію. Для компенсації цієї невизначеності при розрахунках ресурсу застосовується коефіцієнт надійності за матеріалом γ_m , який інтегрує геометричні недосконалості та статистичний розкид характеристик цегли. Такий підхід дозволяє встановити характеристичне значення міцності f_k як квантиль 5% забезпеченості, що є основою для прогнозування терміну безпечної експлуатації конструкції до моменту її переходу в обмежено придатний стан.

Сучасна методологія оцінки ресурсу передбачає широке використання методів неруйнівного контролю для отримання масивів даних про однорідність матеріалів. Зокрема, метод ультразвукового прозвучування дозволяє визначити динамічний модуль пружності, який корелює із залишковою міцністю кладки. Хоча точність склерометрії може знижуватися через поверхневу деструкцію кераміки, її поєднання з лабораторними випробуваннями відібраних кернів дає можливість побудувати кореляційні залежності «швидкість звуку – міцність». Ці дані використовуються в ітераційних розрахунках для уточнення фактичної жорсткості остова та прогнозування швидкості накопичення пошкоджень у найбільш напружених зонах.

Важливим аспектом аналізу ресурсу є моніторинг динаміки тріщиноутворення. Існуючі підходи визначають залишковий ресурс через зіставлення фактичної ширини розкриття тріщин із гранично допустимими значеннями (наприклад, 0,4-0,5 мм для несучих стін). Перевищення цих лімітів у процесі «нульового циклу» експлуатації свідчить про глибоку деградацію структурних зв'язків між каменем та розчином. Математичні

										601-БМ.12135619.ПЗ	Арк.
											32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

моделі, засновані на механіці руйнування, дозволяють екстраполювати швидкість росту тріщин, що виникли від атмосферної агресії, на період після добудови об'єкта, що є вирішальним для обґрунтування необхідності ін'єктування або влаштування сталевих об'єктів.

Наукові дослідження вказують на пряму залежність залишкового ресурсу від відкритої пористості керамічної цегли, що визначає інтенсивність вологопереносу та сульфатної корозії. Процеси кристалізації солей у порах призводять до виникнення внутрішніх напружень розтягу, які поступово руйнують керамічний матрикс. При оцінці ресурсу об'єктів, що зазнали замокання, існуючі підходи використовують коефіцієнт розм'якшення та показники морозостійкості F , які для пошкодженої кладки можуть бути значно нижчими за проектні. Врахування цих факторів дозволяє диференціювати зони будівлі за ступенем залишкового ресурсу, виділяючи ділянки з критичним рівнем вологонасичення, де деградаційні процеси носять незворотний характер.

1.4 Висновки до першого розділу

У першому розділі магістерської кваліфікаційної роботи виконано комплексний аналіз проблеми забезпечення довговічності та експлуатаційної придатності кам'яних конструкцій об'єктів незавершеного будівництва. Теоретичне узагальнення фізико-хімічних процесів дозволило встановити, що домінуючим механізмом руйнування кладки в умовах відсутності консервації є синергетична дія циклічного заморожування-відтавання та адсорбційного зниження міцності (ефект Ребіндера). Специфіка досліджуваного об'єкта полягає у так званому просторовому насиченні конструкцій вологою, коли через відсутність покрівлі та гідроізоляції стіни звожуються фронтально, капілярно та гравітаційно. Це призводить до стабільного перевищення критичного порогу вологості матеріалу, внаслідок чого деструктивні процеси, зокрема розпушення структури черепка та втрата зчеплення розчину з цеглою,

					601-БМ.12135619.ПЗ	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

протікають у 2-3 рази інтенсивніше порівняно з нормативними умовами експлуатації.

Аналіз існуючих підходів до діагностики будівель засвідчив, що для об'єктивної оцінки технічного стану незавершених об'єктів недостатньо обмежитися візуальним оглядом, який фіксує лише поверхневі пошкодження. Виявлення глибинних дефектів структури вимагає застосування комплексу інструментальних методів, зокрема ультразвукової дефектоскопії та механічних випробувань. При цьому критично важливим методологічним аспектом, підтвердженим дослідженнями наукової школи Полтавської політехніки, є необхідність врахування впливу аномально високої вологості на покази приладів, що вимагає обов'язкової лабораторної верифікації результатів на відібраних зразках.

Критичний огляд методик розрахунку залишкового ресурсу виявив обмеженість традиційних детермінованих підходів при оцінці конструкцій зі значною неоднорідністю властивостей. Використання усереднених показників міцності може призвести до хибних висновків щодо безпеки об'єкта. Тому обґрунтовано доцільність застосування імовірнісних методів оцінки надійності, які розглядають параметри навантаження та несучої здатності як випадкові величини. Такий підхід дозволяє не лише констатувати факт придатності будівлі, а й кількісно оцінити ризики руйнування найбільш навантажених елементів, що є необхідною умовою для розробки ефективних рішень з підсилення. Сформульовані теоретичні положення та обрана методологія дослідження складають наукове підґрунтя для виконання практичної частини магістерської роботи, спрямованої на обстеження та відновлення незавершеного будівництва по вул. Героїв Азову, 43.

					601-БМ.12135619.ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

**РОЗДІЛ II. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ
ДОСЛІДЖЕНЬ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ
НЕДОБУДОВАНОГО ОБ'ЄКТУ**

					601-БМ.12135619.ПЗ	Арк.
						35
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

2.1 Характеристика об'єкта досліджень та нормативна база проведення технічної експертизи

Об'єктом даного дослідження є незавершена будівля прокуратури, що розташована за адресою: м. Полтава, вул. Героїв Азову, 43. Рельєф ділянки будівництва – спокійний. Культурні й архітектурні пам'ятки, а також родовища корисних копалин у межах ділянки відсутні.

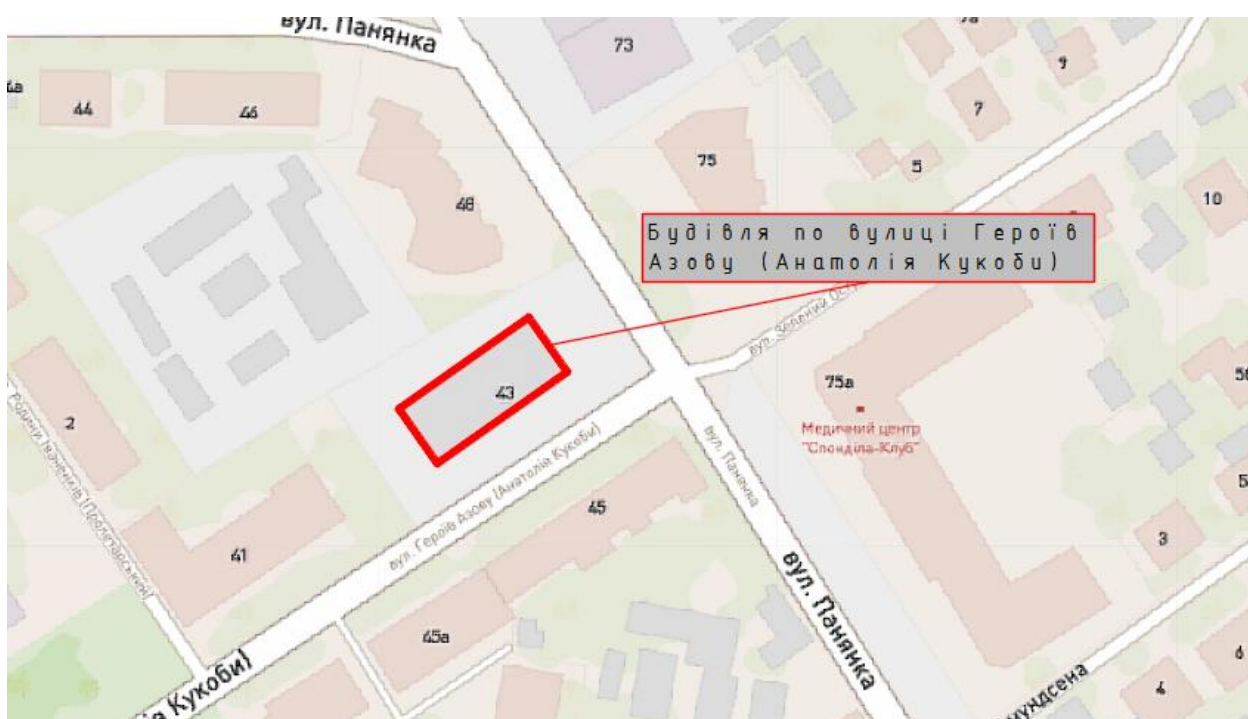


Рис. 2.1 – Ситуаційний схема об'єкта дослідження

Згідно з вихідною проектною документацією «Реконструкція будинку прокуратури по вул. Пролетарській, 43 в м. Полтава» (2013 р.), споруда була запроєктована як п'ятиповерхова адміністративна будівля з технічним підвальним приміщенням. Об'ємно-планувальна структура адміністративної частини базується на коридорній системі, що передбачає наявність чотирьох поздовжніх несучих стін для оптимального розміщення кабінетів та офісних приміщень. Конструктивна висота поверху становить 3,3 м, що відповідає нормативним вимогам до громадських будівель відповідного класу. Станом на момент проведення технічної експертизи будівля перебуває у стані призупиненого будівництва протягом приблизно 8 років без реалізації належних заходів із консервації конструкцій.

									601-БМ.12135619.ПЗ	Арк.
										36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						



Рис. 2.2 – Фото загального вигляду поздовжнього фасаду будівлі в осях 1-11



Рис. 2.3 – Фото загального вигляду поздовжнього фасаду будівлі в осях 11-1

Конструктивна система будівлі визначена як безкаркасна із поздовжніми несучими цегляними стінами. Враховуючи складні інженерно-геологічні умови майданчика та зафіксований високий рівень ґрунтових вод, фундаменти об'єкта виконані пальовими із монолітним залізобетонним ростверком. Стіни підвальної частини зведені із типових бетонних блоків ФБС-24-5-6 висотою

					601-БМ.12135619.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

1,2–1,3 м. Зовнішні несучі стіни мають проєкtnу товщину 510 мм (у 2 цеглини), а внутрішні – 380 мм (у 1,5 цеглини), що забезпечує необхідну жорсткість остова. Міжповерхове перекриття сформовано із залізобетонних багатопустотних панелей із круглими порожнинами, які спираються на монолітний залізобетонний пояс, передбачений на кожному рівні для підвищення просторової стійкості споруди. Стики цегляних стін армовані сітками 3 Вр-І з чарункою 100×100 мм через кожні три ряди кладки, що відповідає положенням проєкtnої документації.



Рис. 2.4 – Загальний вигляд поздовжнього фасаду будівлі в осях А-П

На момент проведення інструментального обстеження (вересень 2024 року) будівля має часткову готовність конструктивного остова: повністю зведено несучі стіни першого та другого поверхів, а також укладено залізобетонні панелі перекриття над підвалом, першим та другим поверхами. На третьому поверсі цегляна кладка зовнішніх стін виконана лише на висоту трьох рядів вище віконних перемичок, а в осях Е(6-9) висота стін становить лише 1 м від рівня плити перекриття. Значна частина внутрішніх перегородок або відсутня, або зазнала механічного руйнування сторонніми особами. Вертикальні комунікації представлені бічними збірними залізобетонними сходами та центральними сходами набірною типу по сталевих косоурах.

					601-БМ.12135619.ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Особливістю поточного стану є відсутність монолітного залізобетонного пояса над першим поверхом, що є відхиленням від проекту і вимагає додаткового аналізу надійності.

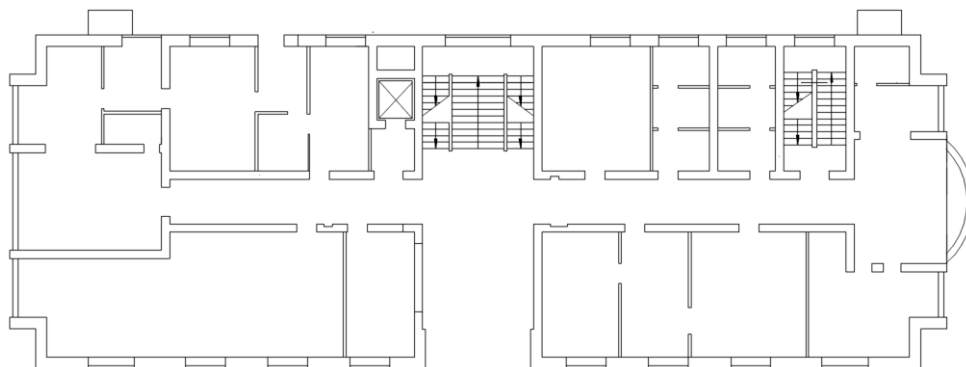


Рис. 2.5 – Схема конструктивно-планувального рішення

Оцінка технічного стану будівлі по вул. Героїв Азову, 43 нерозривно пов'язана з аналізом гідрогеологічної обстановки, яка характеризується як складна. Фундаменти споруди, виконані у вигляді пальових конструкцій із монолітним залізобетонним ростверком, були запроєктовані з урахуванням високого рівня залягання ґрунтових вод. Натурні спостереження зафіксували значну динаміку дзеркала ґрунтових вод: якщо під час попередніх оглядів (весна 2024 року) рівень води сягав позначки $-0,4$ м від поверхні землі, то в літній період він опустився до $-2,0$ м. Така амплітуда коливань створює передумови для циклічного замочування підшви фундаментів та стін підвалу, зведених із блоків ФБС-24-5-6. Відсутність організованого вимощення та вертикального планування території навколо «довгобуду» в умовах незавершеного водовідведення призвела до локального техногенного підтоплення основи, що потребує обов'язкового врахування при розрахунку стійкості пальових фундаментів за ДБН В.2.1-10:2018.

Забезпечення просторової жорсткості об'єкта реалізовано через систему поздовжніх несучих стін та дисків перекриттів, інтегрованих із монолітними залізобетонними поясами. Зовнішні стіни товщиною 510 мм та внутрішні товщиною 380 мм утворюють жорсткий остов, підсилений армуванням стиків сітками 3 Вр-I (чарунка 100×100 мм) через кожні три ряди кладки. Міжповерхове перекриття сформовано із залізобетонних багатопустотних

									601-БМ.12135619.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						39

панелей, які спираються на стіни з глибиною закладення не менше ніж 120 мм. Важливою особливістю об'єкта, зафіксованою під час технічної експертизи, є фактична відсутність монолітного залізобетонного пояса над першим поверхом, що є критичним відхиленням від проектних рішень. Вертикальні комунікації, представлені збірними маршами та сходами по сталевих косоурах, завершують формування структурної цілісності двох зведених поверхів.

Проведення технічної експертизи об'єкта СС2 базується на комплексному дотриманні вимог чинного законодавства та галузевих стандартів України. Правовий фундамент процедури визначається Постановою Кабінету Міністрів України № 257 «Про затвердження Порядку проведення обстеження прийнятих в експлуатацію об'єктів будівництва». Базовим технічним регламентом для ідентифікації технічного стану конструкцій є ДСТУ 9273:2024, що встановлює критерії оцінки за категоріями (від нормального до аварійного). Науково-методичне обґрунтування надійності та безпеки здійснюється згідно з ДБН В.1.2-14:2018, який визначає загальні принципи конструктивної безпеки. Оцінка діючих навантажень та їх сполучень, що є критичним для розрахунків незавершеного будівництва, регламентується ДБН В.1.2-2:2006 зі зміною №1.

Алгоритм перевірих розрахунків несучої здатності стін будівлі по вул. Героїв Азову, 43 детермінується положеннями ДСТУ Б В.2.6-207:2015, який регламентує методику оцінки кам'яних та армокам'яних елементів. Враховуючи виявлені дефекти (морозобійне руйнування, втрата перерізу), розрахункова модель базується на фактичних характеристиках матеріалів, отриманих у ході експертизи. Специфіка підсилення аварійних ділянок стін сталевими обоймами та розробка технологічних рекомендацій спираються на норми ДСТУ Б В.3.1-2:2016 «Ремонт і підсилення несучих і огорожувальних будівельних конструкцій та основ будівель і споруд». Такий інтегрований підхід дозволяє верифікувати технічну можливість добудови наступних рівнів споруди відповідно до вимог механічного опору та стійкості.

					601-БМ.12135619.ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Важливою складовою технічного паспорта об'єкта та програми його обстеження є науково-технічна класифікація елементів за ступенем їхньої відповідальності, що детермінує обсяг інструментальних досліджень та вимоги до розрахункових моделей надійності. Для об'єкта незавершеного будівництва по вул. Героїв Азову, 43, ця класифікація інтегрується в загальну ієрархію нормативно-правового забезпечення будівельної галузі України.

Згідно з положеннями ДБН В.1.2-14:2018, усі конструктивні елементи будівлі диференціюються за наслідками, які може спричинити їхня відмова (втрата несучої здатності або неприпустимі деформації). В академічній практиці обстеження «довгобудів» виділяють три основні категорії:

- Категорія А (відповідальні конструкції): До неї належать елементи, відмова яких призводить до повної непридатності до експлуатації всієї будівлі або її значної частини. Для об'єкта по вул. Героїв Азову, 43, це поздовжні та поперечні несучі цегляні стіни, пальові фундаменти з монолітним ростверком та залізобетонні диски перекриттів. У складі цієї категорії виділяються головні несучі конструкції (категорія А1), безвідмовність яких гарантує будівлю від повного руйнування навіть при аварійних впливах. Розрахунок таких елементів проводиться за першою групою граничних станів із підвищеним рівнем надійності.

- Категорія Б (другорядні несучі конструкції): Сюди відносять елементи, відмова яких ускладнює нормальну експлуатацію або може спровокувати відмову інших конструкцій, що не належать до категорії А. У досліджуваній будівлі це можуть бути окремі сходишкові марші або підкранові балки (у разі їх наявності в проекті).

- Категорія В (елементи з обмеженою відповідальністю): Відмова таких елементів не загрожує функціонуванню будівлі в цілому та не впливає на стан інших несучих конструкцій. Це перегородки (якщо вони не виконують роль діафрагм жорсткості), віконні та дверні блоки, а також вимощення навколо будівлі.

										Арк.
										41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	601-БМ.12135619.ПЗ					

Для об'єктів класу наслідків СС2, яким є даний об'єкт, коефіцієнт надійності за відповідальністю γ_n для конструкцій категорії А приймається на рівні 1,1 для усталених розрахункових ситуацій.

Процедура діагностування технічного стану об'єкта по вул. Героїв Азову, 43, базується на системі взаємопов'язаних державних стандартів та будівельних норм, що регулюють механічний опір, стійкість та довговічність споруд. Основними регуляторними документи зазначені у таблиці 2.1.

Табл. 2.1 – Нормативно-правове та технічне забезпечення експертного обстеження

№	Назва нормативного документа	Зміст та функціональне призначення в межах експертизи
1	2	3
1.	Постанова КМУ від 12.04.2017 р. № 257	Визначає юридичний регламент та «Порядок проведення обстеження прийнятих в експлуатацію об'єктів будівництва», що застосовується також до незавершених об'єктів для оцінки можливості їх подальшої добудови або реконструкції.
2	ДСТУ 9273:2024 «Настанова щодо обстеження будівель і споруд для визначення та оцінювання їхнього технічного стану»	Виступає базовим інструментальним стандартом, що регламентує методику виявлення дефектів, принципи фотофіксації пошкоджень та встановлення категорії технічного стану (від 1 до 4) на основі критеріїв механічного опору та стійкості.
3	ДБН В.1.2-14:2018 (із зміною № 1) «Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд»	Встановлює фундаментальні принципи безпеки та класифікує конструкції за категоріями відповідальності (А – відповідальні, Б – другорядні, В – обмеженої відповідальності). Визначає коефіцієнт надійності за відповідальністю ($\gamma_n = 1,1$) для об'єктів класу СС2.
4	ДБН В.1.2-2:2006 (із зміною № 1) «Навантаження і впливи. Норми проектування»	Регламентує методику збору та сполучення навантажень (постійних, змінних, снігових), що є критично важливим для виконання перевірних розрахунків несучої здатності стін, які зазнали атмосферної деградації.

										Арк.
										42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

601-БМ.12135619.ПЗ

1	2	3
5	ДБН В.2.6-162:2010 та ДСТУ Б В.2.6-207:2015	Містять галузеві методики розрахунку кам'яних та армокам'яних конструкцій, дозволяючи оцінити міцність кладки при зминанні, зсуві та позацентровому стиску з урахуванням фактичного стану матеріалів.
6	ДБН В.2.1-10:2018 «Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення»	Детермінує вимоги до оцінювання системи «основа-фундамент», що має особливе значення для об'єкта дослідження через зафіксовану високу динаміку рівня ґрунтових вод на майданчику.

Комплексне застосування зазначеної нормативної бази дозволяє не лише констатувати наявність дефектів (морозобійне руйнування, корозія арматури), а й обґрунтувати заходи з відновлення експлуатаційної придатності споруди.

2.2 Методика візуально-інструментального обстеження

Процес технічного діагностування об'єктів, що тривалий час перебували в стані незавершеного будівництва, базується на комплексному поєднанні методів візуальної фіксації дефектів та високоточних інструментальних вимірювань. Методологічно цей процес поділяється на кілька взаємопов'язаних етапів, що дозволяють трансформувати якісні спостереження у кількісні показники надійності конструктивної системи.

Першочерговим завданням візуального етапу є суцільний огляд усіх доступних конструктивних елементів із фіксацією видимих пошкоджень, таких як тріщини в залізобетонних структурах, відшарування захисних шарів бетону та розшарування цегляної кладки. Отримані дані систематизуються шляхом ескізування та фотофіксації із обов'язковою прив'язкою дефектів до координатних вісей та висотних відміток споруди. Це дозволяє встановити загальну картину деформацій та визначити зони найбільш інтенсивної атмосферної деградації матеріалів. Особлива увага приділяється виявленню ознак морозобійного руйнування, яке є критичним для об'єктів без належної консервації.

									Арк.
									43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	601-БМ.12135619.ПЗ				

Інструментальна частина обстеження спрямована на верифікацію проектних геометричних параметрів та фіксацію просторових відхилень остова. Для забезпечення точності вимірювань використовується наступний інструментарій:

- Фіксація лінійних розмірів та прогинів: застосовуються лазерні далекоміри та нівеліри (наприклад, систем HILTI та Bosch), а також сталеві рулетки, що дозволяють виміряти геометричне положення конструкцій у просторі та встановити величини прогинів і вісідань.

- Визначення відхилень від вертикалі: для обчислення кренів кутів будівлі та відхилень простінків використовується електронний тахеометр (зокрема Sokkia), що працює в безвідбивному режимі, та лазерні системи далекомірії.

- Аналіз кутових параметрів: виміри відхилень конструкцій від вертикального та горизонтального положення виконуються за допомогою електронних кутомірів.

Для отримання об'єктивних даних про міцність матеріалів, що зазнали атмосферного впливу, застосовується синтез неруйнівних та лабораторних методів.

- Неруйнівний контроль бетону та армування: міцність бетону оцінюється механічними методами неруйнівного контролю. Для виявлення розташування арматури та вимірювання товщини захисного шару в залізобетонних конструкціях використовується магнітний метод.

- Діагностика параметрів тріщин: ширина розкриття тріщин та фактичні діаметри оголеної арматури фіксуються за допомогою штангенциркулів та електронних мікрометрів із високою ціною поділки.

- Визначення характеристик кладки: оцінка міцності цегли та розчину проводиться шляхом відбору зразків безпосередньо з конструкцій для подальших лабораторних випробувань на стиск та згин.

Завершальним процесом методики є інтегральна оцінка експлуатаційної придатності об'єкта. На основі отриманих кількісних параметрів, зокрема

									601-БМ.12135619.ПЗ	Арк.
										44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

глибини морозобійного руйнування, фактичної міцності цегли та розчину, а також ширини розкриття тріщин, проводиться системний порівняльний аналіз із вимогами чинних нормативних документів. Згідно з положеннями ДСТУ 9273:2024, результатом такого аналізу є диференційоване віднесення кожної конструкції до однієї з чотирьох нормативних категорій технічного стану (від нормального до аварійного), детальні критерії яких систематизовано в таблиці 2.2. Такий методологічний підхід дозволяє не лише об'єктивно констатувати фактичний стан споруди, а й науково обґрунтувати необхідність впровадження конкретних інженерних заходів із підсилення конструктивних елементів або повного відновлення їх експлуатаційного ресурсу.

Табл. 2.2 – Категоризація технічного стану несучих конструкцій
згідно з ДСТУ 9273:2024

Категорія стану	Назва стану	Критерії відповідності та умови експлуатації
1	Нормальний	Зусилля в перерізах не перевищують допустимих; дефекти, що впливають на несучу здатність, відсутні
2	Задовільний	Відповідає категорії «1», проте є часткові відхилення від проекту, що не обмежують використання об'єкта
3	Непридатний	Конструкція не відповідає вимогам щодо несучої здатності; вимагає підсилення або ремонту
4	Аварійний	Порушені вимоги першої групи граничних станів; неможливо гарантувати цілісність до проведення робіт

Інструментальне обстеження базується на принципах метрологічної точності, що забезпечується використанням спеціалізованого обладнання. Верифікація просторового положення остова (кренів, відхилень простінків від вертикалі) виконується за допомогою безвідбивної лазерної далекометрії та електронної тахеометрії, що мінімізує похибку вимірювань. Особлива увага в методиці приділяється діагностиці прихованих параметрів: визначенню

										601-БМ.12135619.ПЗ	Арк.
											45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

фактичного розташування арматури та товщини захисного шару бетону в плитах перекриття за допомогою магнітного методу. Це дозволяє оцінити ступінь корозійної деградації металу без руйнування цілісності конструкцій, що перебувають у задовільному або обмежено придатному стані.

Методика технічної експертизи даного об'єкта інтегрує аналіз взаємодії системи «основа-фундамент» із зовнішнім середовищем. Враховуючи зафіксовані флуктуації рівня ґрунтових вод (від -0,4 м до -2,0 м), інструментальне обстеження включає моніторинг стану стін підвалу та фундаментних блоків ФБС. Методологічно це реалізується через поєднання прямих вимірів геометричних відхилень та візуального пошуку ознак техногенного підтоплення основи. Одержані кількісні дані про стан підземної частини є фундаментом для подальшого моделювання живучості всієї будівлі в умовах можливого нерівномірного вісідання.

2.3. Характеристика приладної бази та похибки вимірювань

Для об'єктивної оцінки технічного стану конструкцій будівлі по вул. Героїв Азову, 43, методика дослідження передбачала використання прецизійного вимірювального обладнання, що дозволяє мінімізувати метрологічні похибки та забезпечити достовірність отриманих кількісних параметрів. Характеристика приладної бази структурована за функціональним призначенням відповідно до вимог ДСТУ 9273:2024 та специфіки об'єкта.

Основою обмірних робіт та деформаційного моніторингу є поєднання класичних методів лінійних вимірювань із високотехнологічними лазерними системами:

- Лазерні далекоміри HILTI PD5 та Bosch Professional GLM 150-27 C: Використовувалися для фіксації просторового положення остова та обміру приміщень. Ці прилади забезпечують високу точність вимірювань на значних відстанях, що є критичним для об'єктів із частково відсутніми перекриттями.

									Арк.
									46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	601-БМ.12135619.ПЗ				

- Лазерний нівелір HILTI PM 2-L та сталеві рулетки: Застосовувалися для визначення прогинів панелей перекриття та відносних вісідань фундаментних конструкцій. Сталеві рулетки та лінійки з ціною поділки 1 мм забезпечували базовий контроль лінійних розмірів елементів остова.

- Електронний тахеометр Sokkia CX-106: Використовувався в безвідбивному режимі для прецизійної фіксації крену кутів будівлі та відхилень простінків від вертикальної вісі. Його застосування дозволяє виключити похибки, пов'язані з нерівністю поверхні цегляної кладки.

- Електронний кутомір YATO YT-71004 (300 мм): Служив для вимірювання кутових відхилень конструктивних елементів від проектних положень у горизонтальній та вертикальній площинах.

Оцінка деградації матеріалів (цегли, розчину, бетону) внаслідок тривалого атмосферного впливу вимагала застосування інструментів для мікро- та макроаналізу:

- Електронний мікрометр YATO YT-72305 та штангенциркуль YATO YT-72003: Ці прилади з цифровим дисплеєм та ціною поділки 0,02 мм використовувалися для вимірювання ширини розкриття тріщин, що виникли внаслідок морозобійного руйнування, а також для фіксації фактичних діаметрів арматури в зонах відшарування захисного шару бетону.

- Склерометри (Механічні методи неруйнівного контролю): Згідно з ДСТУ Б В.2.7-220:2009, для визначення міцності бетону залізобетонних плит перекриття та ростверків застосовувалися прилади, засновані на методі пружного відскоку або пластичної деформації. Склерометрія дозволяє оперативно оцінити міцність матеріалів без порушення цілісності конструкцій, що перебувають у задовільному стані.

					601-БМ.12135619.ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

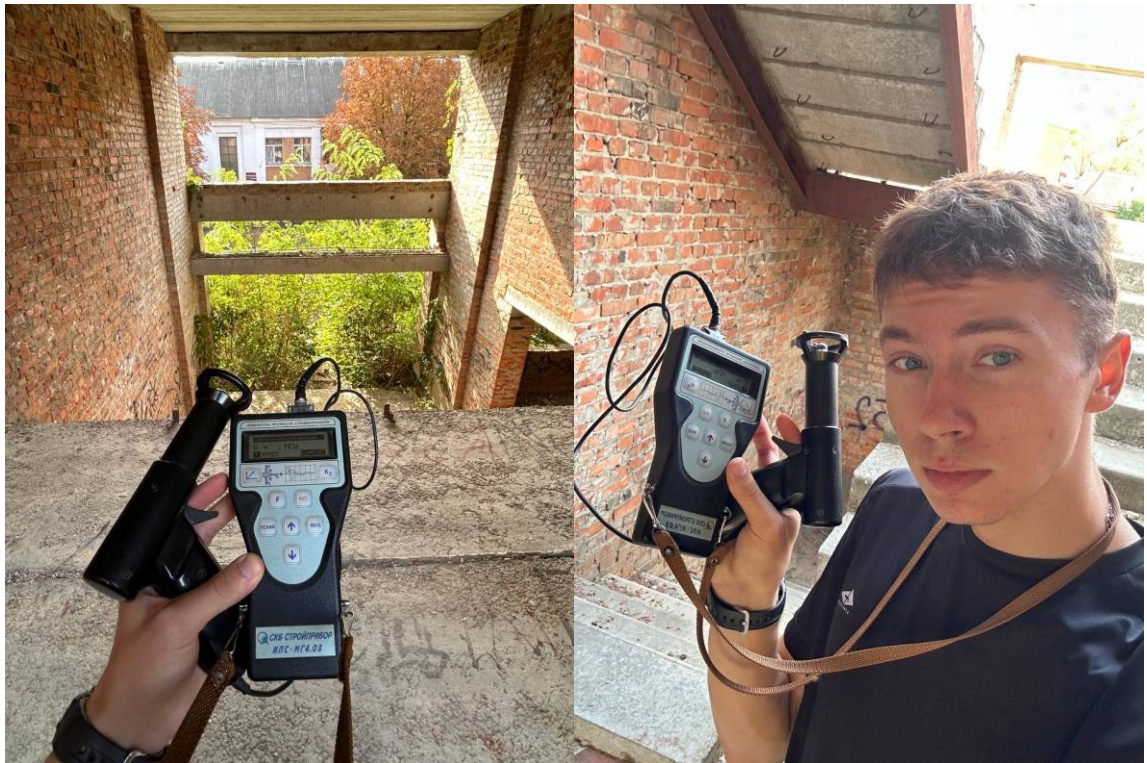


Рис. 2.6 – Фото з використання засобів вимірювальної техніки при обстеженні об'єкта

- Ультразвукові прилади: Відповідно до наукових підходів, ультразвукове прозвучування (зокрема за методикою ДСТУ Б В.2.7-252:2011 для силікатної цегли) використовувалося для оцінки однорідності кладки та виявлення прихованих порожнин, що утворилися внаслідок вимивання розчину. Це дозволяє встановити динамічний модуль пружності матеріалу, що корелює з його залишковою міцністю.

- Магнітні детектори: Для визначення розташування арматури в залізобетонних конструкціях та товщини захисного шару бетону застосовувався магнітний метод (ДСТУ Б В 2 6-4-95), що є необхідним для аналізу корозійного зносу в умовах замкнення.

Комплекс використаних приладів відповідає вимогам щодо точності, встановленим для технічного обстеження будівель класу наслідків СС2. При проведенні інструментальних замірів враховувалися наступні аспекти:

- Похибки лінійних замірів сталевими інструментами не перевищували ± 1 мм на метр довжини.

									601-БМ.12135619.ПЗ	Арк.
										48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

- Електронні засоби (мікрометри) забезпечували точність до $\pm 0,01$ мм, що дозволяє фіксувати початкові стадії тріщиноутворення в кладці.
- При використанні методів неруйнівного контролю (склерометрії та ультразвуку) враховувався коефіцієнт варіації міцності, а отримані дані верифікувалися результатами лабораторних випробувань відібраних зразків цегли та розчину.

2.4 Методика лабораторних випробувань фізико-механічних характеристик матеріалів кладки

Методика лабораторних випробувань фізико-механічних характеристик матеріалів кладки є критично важливим етапом технічної експертизи, оскільки вона дозволяє верифікувати дані, отримані під час візуально-інструментального обстеження, та встановити фактичні міцнісні параметри конструкцій, що зазнали тривалої атмосферної деградації. Для об'єкта за адресою: вул. Героїв Азову, 43, де зафіксовано значне морозобійне руйнування цегли, застосування руйнівних методів контролю є обов'язковим для коректного виконання перевірних розрахунків.

Процес лабораторного аналізу розпочинається з науково обґрунтованого відбору проб безпосередньо з остова будівлі. Відбір зразків цегли здійснюється з різних конструктивних елементів (зовнішніх та внутрішніх несучих стін) на різних висотних відмітках, що дозволяє оцінити неоднорідність технічного стану об'єкта.

1. Цегла: Відбираються цілі зразки керамічної цегли (як червоної, так і жовтої, зафіксованої на об'єкті), що не мають наскрізних тріщин, за винятком тих, які виникли внаслідок атмосферного впливу, що підлягає дослідженню. Кількість зразків у кожній серії повинна бути не менше п'яти одиниць для забезпечення статистичної достовірності середнього значення границі міцності.

					601-БМ.12135619.ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. Розчин: Відбір зразків розчину з горизонтальних швів кладки є складним процесом через його фрагментарність. Проби відбираються у формі пластинок або шматків, які згодом підготовлюються для випробувань на стиск відповідно до спеціалізованих методик для розчинів, вилучених з існуючих споруд.

Експериментальні дослідження проводяться в лабораторних умовах за стабільної температури (+19...+20°C) та вологості (55...59%). Основним нормативним документом для проведення випробувань є ДСТУ Б В.2.7-248:2011, що регламентує методи визначення границі міцності при стиску та згині.

- Випробування на згин: зразок цегли встановлюється на дві опори преса, навантаження прикладеться посередині прольоту. Це дозволяє визначити здатність матеріалу опиратися розтягувальним напруженням, що є критичним для кладки, яка працює в умовах нерівномірного стиску.

- Випробування на стиск: проводиться на зразках, що складаються з двох цілих цеглин або їхніх половинок, з'єднаних між собою розчином, або шляхом випробування окремих елементів за спеціальними коефіцієнтами приведення. Навантаження подається рівномірно за допомогою гідравлічного преса до моменту появи перших ознак руйнування (тріщин) та повної втрати несучої здатності.

Лабораторний аналіз розчину виконується згідно з ДСТУ EN 1015-11:2022. Міцність розчину в швах є визначальним фактором для встановлення розрахункового опору кладки стиску (f_d), особливо для об'єктів, що тривалий час перебували без консервації, де розчин міг втратити зв'язність через вимивання в'язучого. Випробування проводяться на стиск фрагментів розчину, що дозволяє отримати дані про його фактичну марку на момент обстеження.

					601-БМ.12135619.ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.5 Методика перевірних розрахунків та оцінки надійності конструкцій

Теоретико-методологічний базис перевірних розрахунків та оцінки надійності конструкцій ґрунтується на системному зіставленні фактичної несучої здатності елементів остова з реальними експлуатаційними навантаженнями, що діють на об'єкт у конкретній розрахунковій ситуації. В основу методики покладено положення ДБН В.1.2-14:2018 та ДСТУ 9273:2024, які детермінують надійність як властивість будівлі виконувати задані функції протягом розрахункового строку експлуатації. Для об'єктів, що тривалий час перебували в стані незавершеного будівництва без належної консервації, методика перевірних розрахунків набуває специфічних рис, оскільки має враховувати накопичену деградацію матеріалів та геометричну мінливість пошкоджених перерізів.

В академічній практиці оцінка надійності конструкцій реалізується через функцію працездатності $g(X)$, яка в узагальненому вигляді описує межу між граничним та позаграничним станами. Основна умова надійності формулюється як нерівність, де опір конструкції (R) повинен перевищувати ефект прикладених впливів (E):

$$g(X) = R(x) - E(x) \geq 0$$

де $R(x)$ – залишкова несуча здатність конструкції, визначена з урахуванням фактичних характеристик міцності матеріалів та пошкоджень перерізу; $E(x)$ – навантажувальний ефект (внутрішні зусилля, напруження), викликаний сукупністю постійних та змінних навантажень

Методика передбачає використання двох рівнів імовірнісних методів:

1. Рівень I (Метод часткових коефіцієнтів): Базується на використанні номінальних значень навантажень та опорів, скоригованих на коефіцієнти надійності за матеріалом (γ_m) та за навантаженням (γ_f).

										601-БМ.12135619.ПЗ	Арк.
											51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

2. Рівень II (Метод прямого імовірнісного проектування): Передбачає точне моделювання випадкових величин та аналіз імовірності відмови (P_f) або індексу надійності (β).

Процес перевірних розрахунків складається з послідовних аналітичних етапів:

1. Ідентифікація розрахункових ситуацій: Відповідно до ДБН В.1.2-14:2018, розглядаються усталені (нормальна експлуатація) та перехідні (період реконструкції або добудови) ситуації. Кожна ситуація характеризується власною розрахунковою схемою та переліком граничних станів.

2. Визначення ефектів впливу: Розрахункові значення навантажень для існуючих будівель визначаються на основі фактичних вимірів ваги конструкцій. Змінні навантаження (снігові, вітрові) приймаються згідно з вимогами ДБН В.1.2-2:2006 з урахуванням географічного районування.

3. Оцінка геометричних характеристик: Для деградованої кладки методика вимагає використання характеристик нетто-перерізів, отриманих під час інструментального картографування дефектів. Враховується втрата площі перерізу внаслідок морозобійного луцення або корозійного відшарування.

4. Аналіз механічного опору: Розрахунковий опір кладки стиску (f_d) встановлюється на основі фактичних марок цегли та розчину, верифікованих лабораторними випробуваннями. При цьому враховується коефіцієнт надійності за відповідальністю (γ_n), який для об'єктів класу СС2 зазвичай приймається рівним 1,1.

2.6 Висновки до другого розділу

Проведений у розділі методологічний аналіз дозволив сформулювати цілісну систему досліджень технічного стану об'єкта незавершеної реконструкції по вул. Героїв Азову, 43 у м. Полтава, враховуючи специфіку його тривалого перебування у незаконсервованому стані. Фундаментальною основою розробленої методики стала актуалізована нормативна база України,

									Арк.
									52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	601-БМ.12135619.ПЗ				

зокрема ДБН В.1.2-14:2018 (із зміною № 1), що визначає загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд. Встановлено, що для об'єктів такого типу, які характеризуються класом наслідків (відповідальності) СС2 (середні наслідки), методика обстеження повинна інтегрувати як загальні вимоги ДСТУ 9273:2024, так і специфічні положення ДБН В.2.6-162:2010 щодо проектування та експлуатації кам'яних конструкцій.

Системний підхід до ідентифікації об'єкта дозволив класифікувати його як складну конструктивну систему з поздовжніми несучими стінами, де надійність остова безпосередньо корелює з фактичним технічним станом цегляної кладки та залізобетонних елементів перекриття. Програма обстежень була структурована таким чином, щоб забезпечити безперервність циклу «діагностика – верифікація – розрахунок», що відповідає вимогам ДБН В.1.2-5:2007 щодо науково-технічного супроводу об'єктів будівництва. Науково обґрунтоване поєднання візуального огляду з інструментальними замірами дозволило визначити початкові параметри для подальшого аналізу деградації матеріалів під впливом циклічного заморожування та відтавання, що є ключовим фактором ризику для недобудованих споруд у Полтавському регіоні.

Використана методологія також враховує вимоги Постанови КМУ № 257 щодо порядку проведення обстеження прийнятих в експлуатацію об'єктів, що дозволяє юридично легітимізувати результати технічної експертизи для подальшого коригування проектної документації. Таким чином, сформований у підрозділі 2.1 нормативний каркас створює умови для об'єктивної оцінки експлуатаційної придатності будівлі, базуючись на ієрархії граничних станів та категоріях технічного стану, що детермінуються як нормальний, задовільний, непридатний або аварійний. Це стає підґрунтям для переходу до наступних етапів інструментальної діагностики та метрологічного забезпечення точності вимірювань.

У межах розробленої програми досліджень особливу увагу приділено багаторівневій методиці візуально-інструментального обстеження, яка

					601-БМ.12135619.ПЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

дозволила трансформувати якісні спостереження за станом остова у кількісні детермінанти фізичного зносу. Ключовим елементом даної стадії стало впровадження системи ідентифікації технічного стану за чотирма категоріями відповідно до ДСТУ 9273:2024, що забезпечило об'єктивну диференціацію конструктивних елементів за ступенем їхньої експлуатаційної придатності: від нормального стану («1») до аварійного («4»). Такий підхід дозволив встановити, що тривала відсутність консервації об'єкта призвела до специфічних пошкоджень, зокрема морозобійного руйнування цегляної кладки та корозійної деградації захисного шару залізобетонних панелей, що вимагало застосування прецизійного вимірювального інструментарію.

Метрологічна достовірність отриманих даних була забезпечена використанням комплексу сучасних приладів, що дозволило мінімізувати похибки при фіксації геометричних та міцнісних параметрів. Застосування електронного тахеометра Sokkia CX-106 у безвідбивному режимі забезпечило високу точність визначення просторового положення та кренів будівлі, тоді як використання лазерних далекомірів Hilti PD5 та Bosch Professional GLM 150-27 C дозволило верифікувати обмірні креслення фактично наявного остова. Для фіксації параметрів тріщиноутворення та аналізу втрати перерізу арматури було залучено електронні мікрометри та штангенциркулі з ціною поділки до 0,02 мм, що є критично важливим для моніторингу статички дефектів в умовах незавершеного будівництва.

Науково-дослідний цикл був доповнений методикою лабораторних випробувань, яка базувалася на поєднанні неруйнівних механічних методів (склерометрія за ДСТУ Б В.2.7-220:2009) та руйнівного контролю відібраних зразків матеріалів. Таким чином, інструментально-лабораторний комплекс забезпечив формування репрезентативної бази даних для проведення перевірних розрахунків.

					601-БМ.12135619.ПЗ	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

**РОЗДІЛ III. РЕЗУЛЬТАТИ
ДОСЛІДЖЕННЯ НЕСУЧОЇ ЗДАТНОСТІ
КОНСТРУКЦІЙ БУДІВЛІ
ПО ВУЛ. ГЕРОЇВ АЗОВУ, 43**

					601-БМ.12135619.ПЗ	Арк.
						55
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

3.1 Результати візуального обстеження: аналіз характеру та локалізації дефектів атмосферного походження

У межах реалізації програми обстеження об'єкта незавершеного будівництва по вул. Героїв Азову, 43 у м. Полтава, першочерговим етапом стало детальне візуальне обстеження, спрямоване на ідентифікацію, опис та просторову прив'язку дефектів і пошкоджень, що виникли внаслідок тривалої експозиції конструкцій у незаконсервованому стані. Результати органолептичного аналізу дозволяють констатувати глибоку деградацію основних конструктивних елементів остова будівлі, спричинену безпосереднім впливом атмосферних чинників протягом приблизно ввісьми років.

Об'єкт дослідження ідентифіковано як п'ятиповерхову будівлю з поздовжніми несучими стінами та технічним підвалом, де на момент обстеження фактично зведені конструкції першого та другого поверхів, а також замонтовані панелі перекриття під першим, другим та третім поверхами. Візуальна діагностика виявила комплекс системних пошкоджень, характер яких детермінується відсутністю належних заходів із консервації будівлі.

Ключовим дефектом, що визначає поточний технічний стан остова, є масове морозобійне руйнування (ексфоціація та викришування) керамічної цегли зовнішніх та внутрішніх несучих стін. Даний процес має виражений селективний характер, що обумовлено варіативністю пористості цегли, використаної при зведенні об'єкта. Внаслідок циклічного заморожування та відтавання вологи у поровій структурі матеріалу спостерігається руйнування зовнішніх граней цегли, що призводить до суттєвого зниження геометричних параметрів робочого перерізу конструкцій.

Згідно з даними натурного обстеження найбільша концентрація морозобійного руйнування зафіксована на наступних ділянках:

1. Поздовжній фасад в осях 1-11 (вісь А, Д): площа пошкодження поверхневого шару становить близько 130 м², при цьому глибина деструкції

										601-БМ.12135619.ПЗ	Арк.
											56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

варіюється від 10 до 60 мм. Особливо критичні зони спостерігаються під віконними прорізами, де зафіксовано руйнування до 4-5 рядів кладки через пряме затікання опадів.

2. Кутові та примикаючі зони (вісі Б, В, К): у вісях В (9-11), Б (11-10) та К (10-11) виявлено глибоке розшарування кладки, де об'єм пошкоджень сягає 0,5–1,5 м³ на окремих ділянках.

3. Конструкції третього поверху: стіни, зведені на висоту 1–2 метрів, знаходяться у найбільш критичному стані, оскільки вони повністю позбавлені захисту покрівлі, що призвело до деградації верхніх рядів кладки на всьому периметрі.

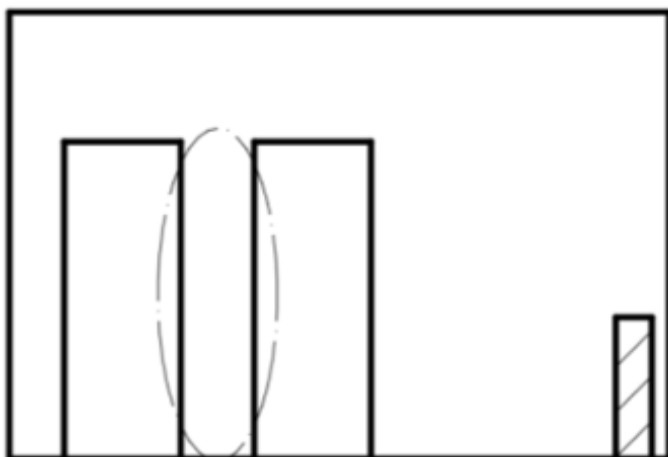


Рис. 3.1 – Ескіз та фото дефекту 1 поверх, приміщення №1, вісь В, 9-11

Візуальний аналіз горизонтальних несучих конструкцій виявив специфічні пошкодження багатопустотних панелей перекриття. Основним деструктивним фактором стало потрапляння атмосферної вологи всередину порожнин плит з її наступним замерзанням. Це спричинило виникнення надлишкового внутрішнього тиску, результатом чого є поздовжні тріщини та викли перерізу бетонних стінок і ребер (зокрема у вісях А-Г, 3-4).

										601-БМ.12135619.ПЗ	Арк.
											57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

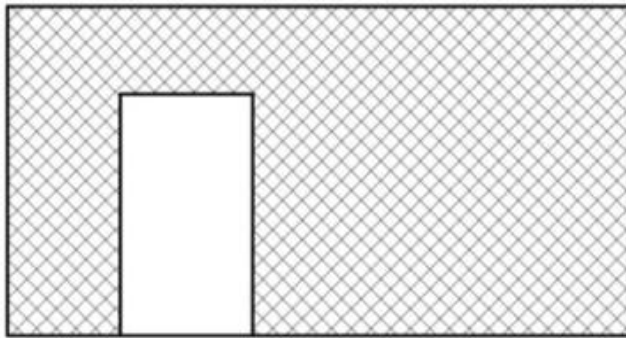


Рис. 3.2 – Ескіз та фото дефекту 1 поверх, приміщення №10,
перегородка між приміщеннями 10 та 11

Крім того, зафіксовано численні осередки корозії робочої арматури в місцях порушення захисного шару бетону. Відшарування бетону та оголення арматурних стержнів спостерігається на нижніх поверхнях плит перекриття, що піддавалися інтенсивному зволоженню через незакриті віконні прорізи та відсутність гідроізоляції підлоги.

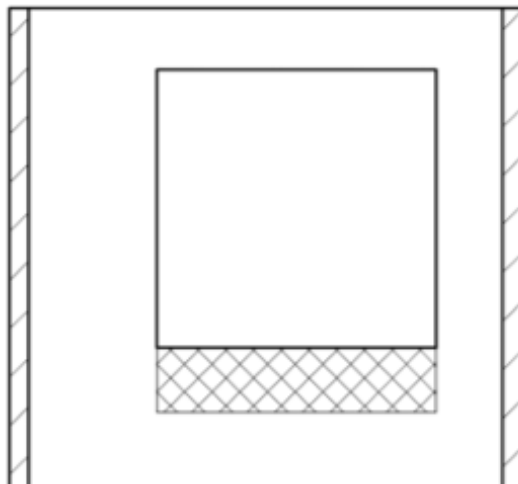


Рис. 3.3 – Ескіз та фото дефекту 2 поверх, приміщення №29, вісь П

Обстеження внутрішнього простору будівлі виявило повну або часткову відсутність перегородок, а також їх фізичне руйнування, що частково пояснюється актами вандалізму та тривалим простоем об'єкта. Сходові марші (як збірні залізобетонні, так і набірні по сталевих косоурах) перебувають у відносно задовільному стані, проте вимагають очищення від продуктів горіння та атмосферного бруду.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

601-БМ.12135619.ПЗ

Арк.

58



Рис. 3.4 – Фото дефекту 2 поверх, приміщення №31, вісь Ж, 1-3

У підвальній частині будівлі (техпідпіллі) зафіксовано сліди тривалого підтоплення. Незважаючи на падіння рівня ґрунтових вод на момент обстеження до позначки -2,0 м, стан стін із блоків ФБС свідчить про необхідність влаштування надійної дренажної системи для запобігання повторному замоканню фундаментів у весняний період.

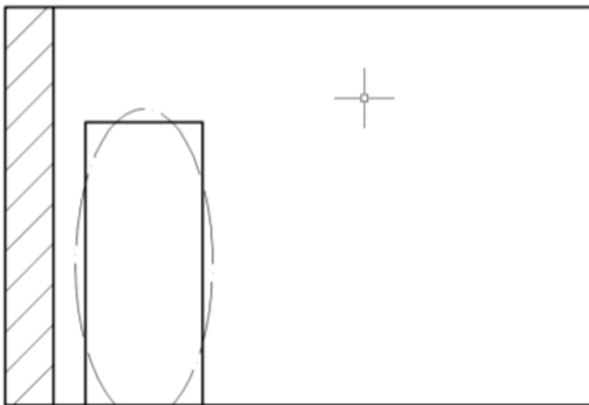


Рис. 3.5 – Ескіз та фото 2 поверх, приміщення №42, Ось К, 9-11

Сукупність виявлених дефектів – передусім значна втрата робочого перерізу несучих стін (до 15-20% від загальної товщини на окремих ділянках) та руйнування залізобетонних елементів – дозволяє на стадії візуального огляду попередньо віднести конструкції будівлі до категорії технічного стану

										Арк.
										59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	601-БМ.12135619.ПЗ					

«3» (непридатний до нормальної експлуатації). Це свідчить про те, що будівля не відповідає вимогам нормативної експлуатаційної придатності та потребує невідкладних заходів із підсилення простінків та ремонту панелей перекриття перед початком будь-яких добудовчих робіт.



Рис. 3.6 – Морозобійне руйнування порожнин залізобетонної плити в осях А-Г, 3-4

3.2. Результати інструментальних та лабораторних досліджень міцності цегли та розчину

Для об'єктивної оцінки залишкового ресурсу та експлуатаційної придатності остова будівлі по вул. Героїв Азову, 43, було проведено комплекс експериментально-лабораторних досліджень. Даний етап спрямований на отримання кількісних показників міцності матеріалів, що є фундаментальним підґрунтям для виконання перевірних розрахунків несучої здатності. Верифікація характеристик проводилася шляхом поєднання лабораторних випробувань відібраних зразків та натурних інструментальних замірів безпосередньо на конструктивних елементах.

Процес ідентифікації фізико-механічних параметрів матеріалів кладки включав серію випробувань, результати яких зафіксовані у додатках. Основним завданням було встановлення фактичної марки цегли та розчину, а також аналіз ступеня їхньої деградації внаслідок тривалого атмосферного впливу.

									Арк.
									60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

601-БМ.12135619.ПЗ

Експериментальні дослідження проводилися для двох типів цегли, зафіксованих на об'єкті: червоної та жовтої. Випробування на стиск і згин виконувалися згідно з вимогами ДСТУ Б В.2.7-248:2011.

1. Цегла керамічна червоного кольору (Додаток В):

◦ За результатами іспитів встановлено, що середня границя міцності при стиску становить 12,9 МПа, а найменша для окремого зразка – 10,9 МПа.

◦ Границя міцності при згині в середньому склала 2,7 МПа, з мінімальним показником 1,3 МПа.

◦ Відповідно до отриманих даних, фактична міцність матеріалу відповідає проектній марці М125.

2. Цегла керамічна жовтого кольору (Додаток В):

◦ Середня границя міцності при стиску зафіксована на рівні 11,2 МПа, мінімальна – 8,1 МПа.

◦ Середня границя міцності при згині становить 2,3 МПа, мінімальна – 1,2 МПа.

◦ Дані показники дозволяють класифікувати цей тип матеріалу за маркою М100.

Аналіз міцності затверділого розчину, вилученого з горизонтальних швів кладки, проводився відповідно до ДСТУ EN 1015-11:2022. Згідно з Додатком, фактична міцність розчину на стиск становить 40,05 кгс/см². Це дозволяє стверджувати, що на момент обстеження розчин зберіг характеристики, що відповідають марці М40. Даний показник є критично важливим, оскільки в умовах незавершеного будівництва міцність розчину часто знижується через вимивання зв'язуючих компонентів опадами.

Натурні інструментальні дослідження, результати яких систематизовано у відомостях обстеження цегляних стін (Додаток А), виявили значну варіативність несучої здатності залежно від локалізації дефектів. Основним показником, що оцінювався інструментально, була фактична міцність цегли (*R* цегли) на пошкоджених та непошкоджених ділянках.

										Арк.
										61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	601-БМ.12135619.ПЗ					

За результатами інструментального обстеження побудовано гістограми розподілу міцності непошкодженої та пошкодженої цегли.

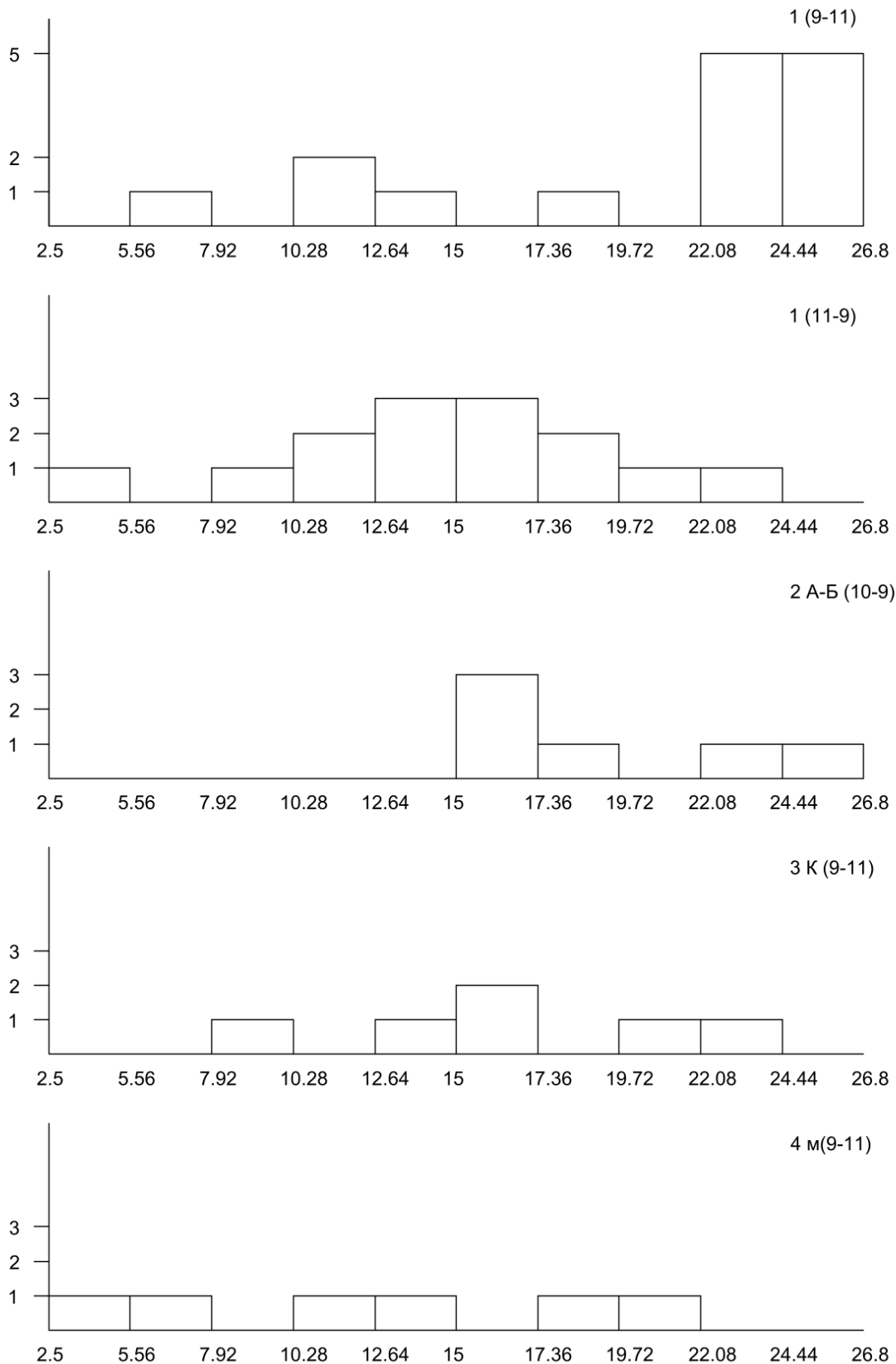


Рис. 3.7 – Гістограми значень міцності непошкодженої цегли

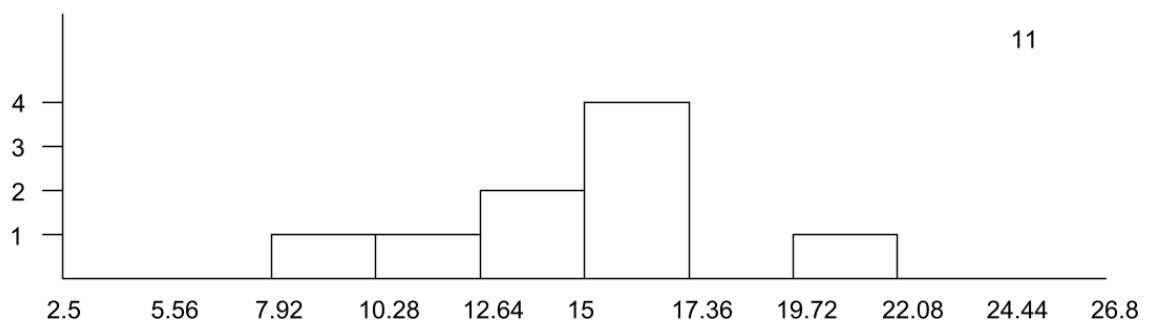
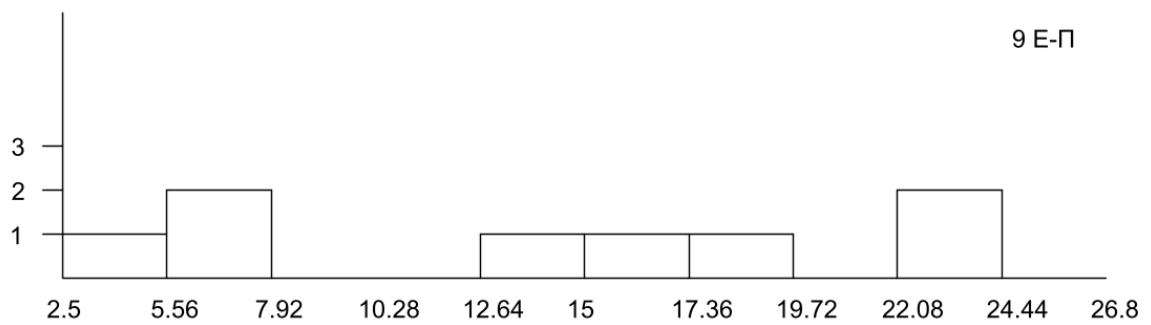
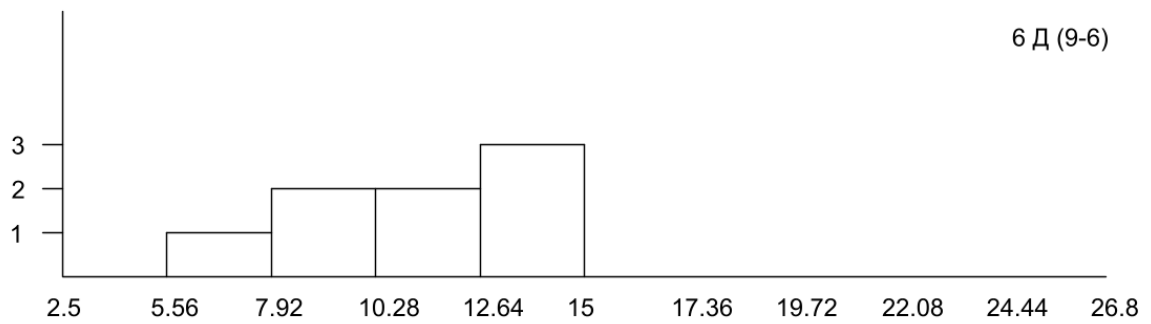
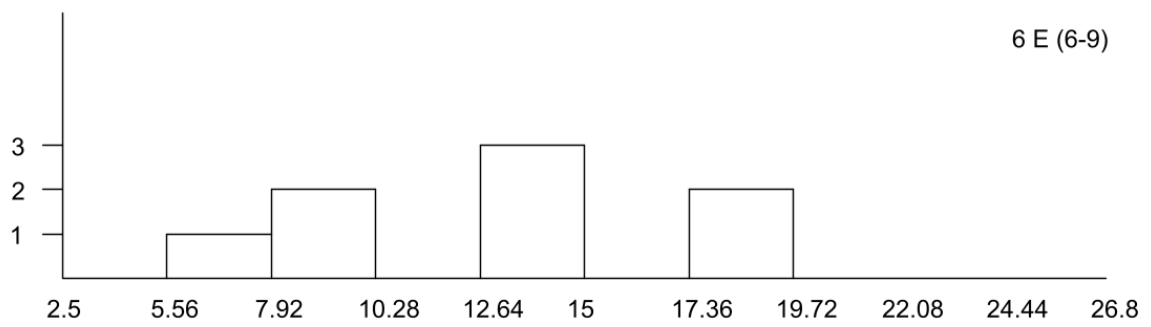
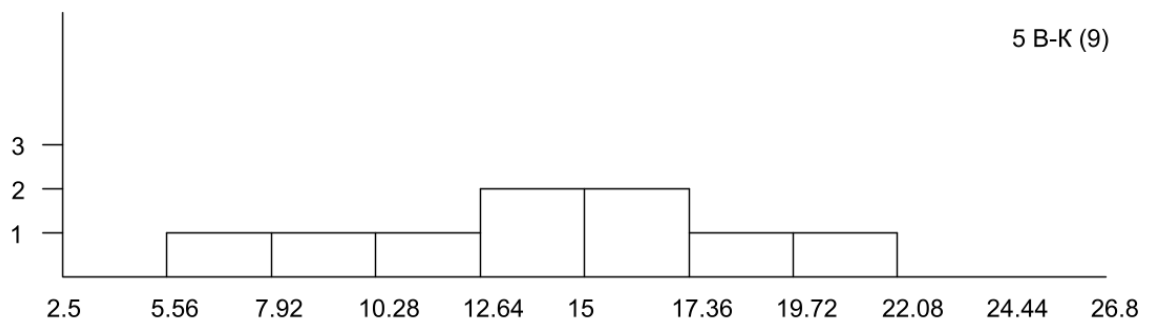


Рис. 3.8 – Гістограми значень міцності непошкодженої цегли

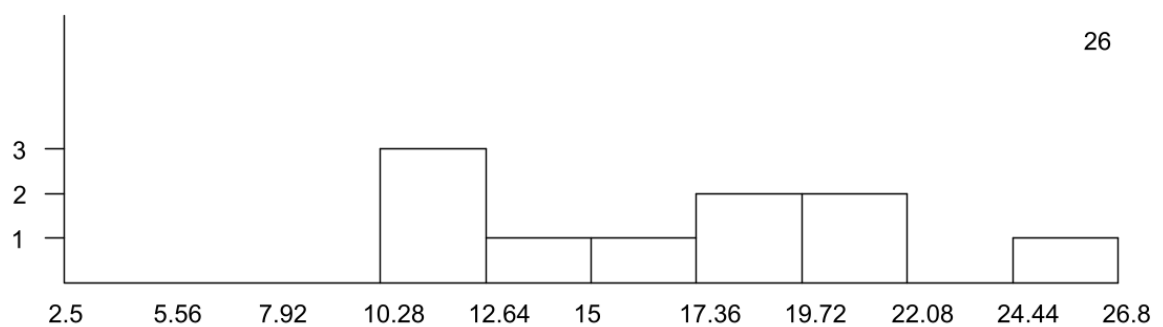
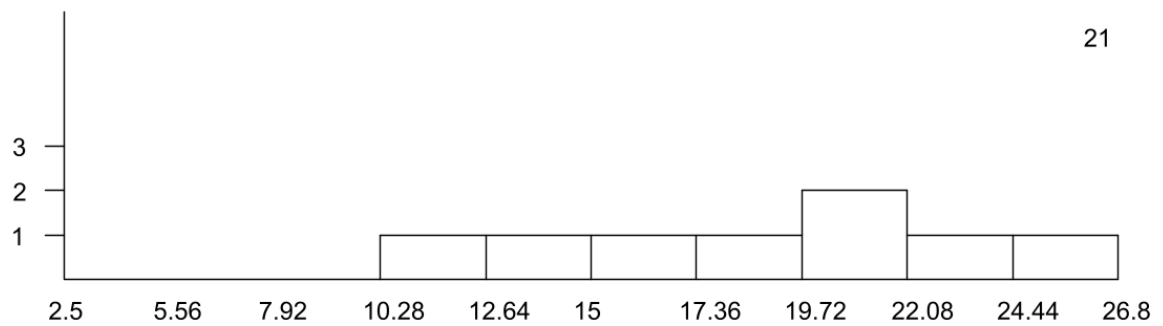
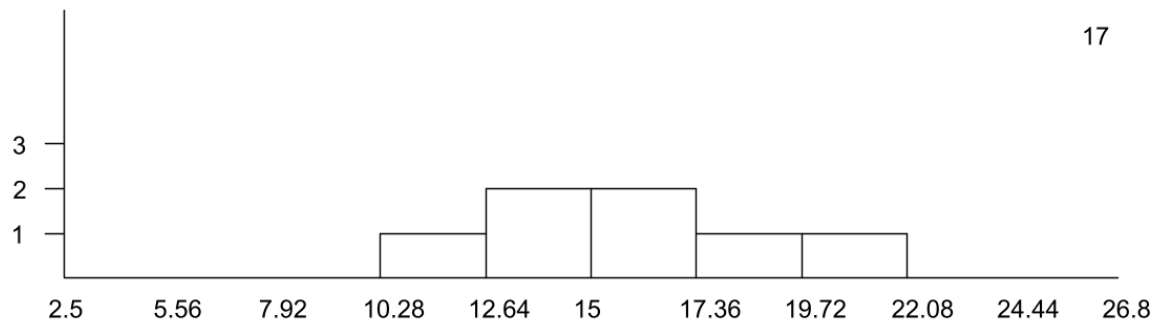
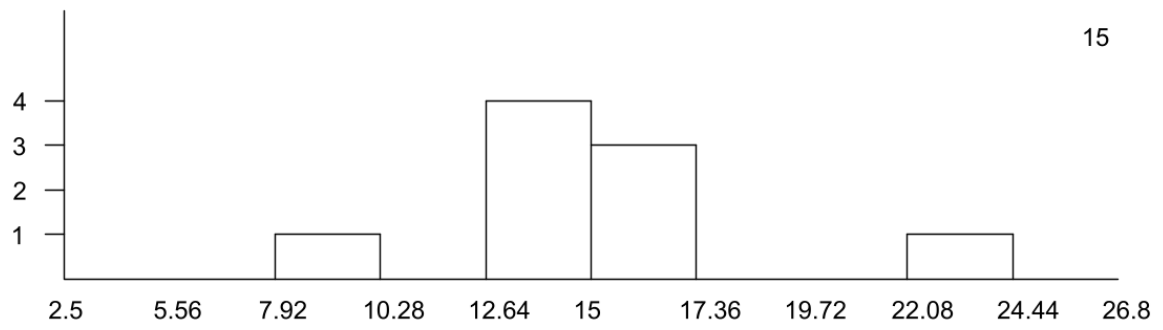
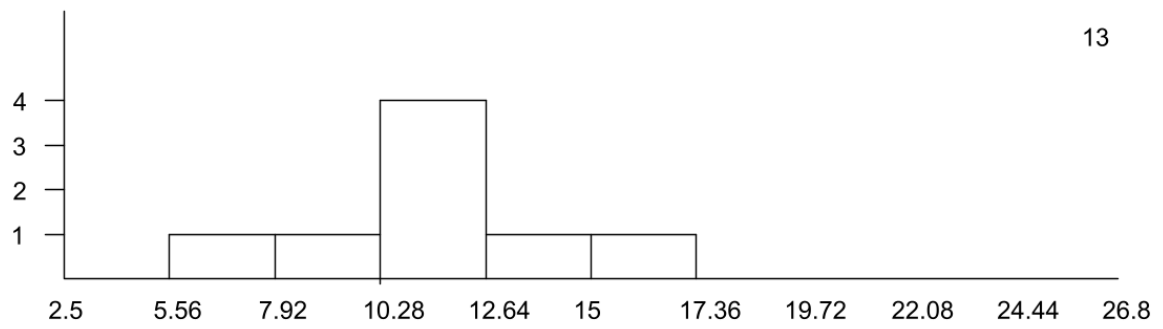


Рис. 3.9 – Гістограми значень міцності непошкодженої цегли

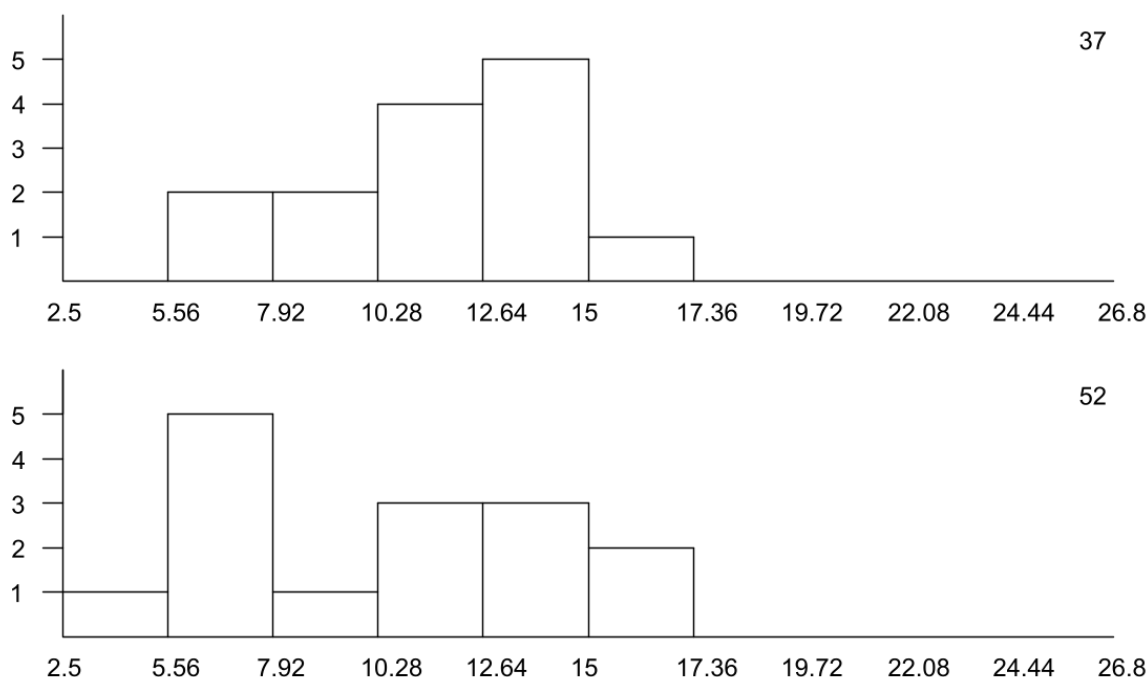


Рис. 3.10 – Гістограми значень міцності непошкодженої цегли

- На ділянках із глибоким морозобійним руйнуванням (вісі Б, 10, В) показники міцності коливаються в межах 16,92–20,42 МПа, що свідчить про збереження внутрішнього ядра цегли, попри поверхневу деструкцію.
- На ділянках третього поверху, де конструкції були найбільш експоновані до опадів, міцність цегли знижується до 10,4–10,9 МПа, що корелює з категорією технічного стану «3» (непридатний до нормальної експлуатації).

Встановлено, що середня розрахункова міцність кладки на стиск df для перевірних розрахунків прийнята на рівні 1,6 МПа (при $bf=12,5$ МПа та $mf=4$ МПа). Це значення інтегрує лабораторні дані та враховує знижувальні коефіцієнти, пов'язані з неоднорідністю кладки та наявністю тріщин.

Аналіз отриманих результатів дозволяє зробити висновок про те, що, незважаючи на поверхневу деструкцію, основний масив кладки зберігає міцнісні характеристики, проте потребує невідкладних заходів із відновлення геометрії перерізів та підсилення простінків.

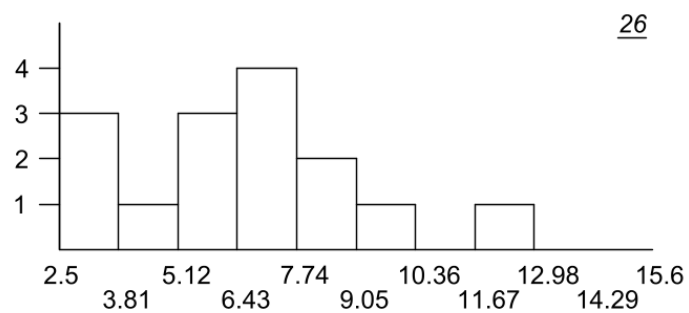
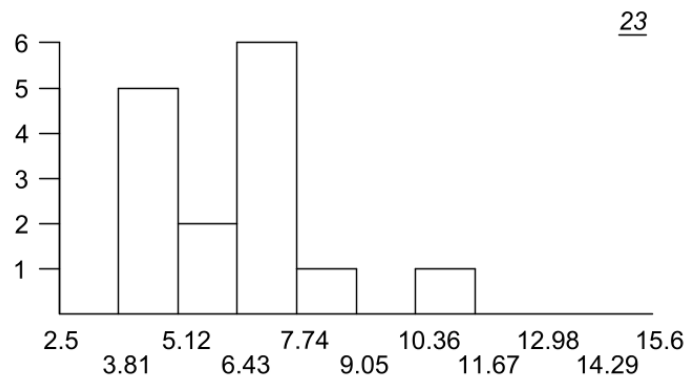
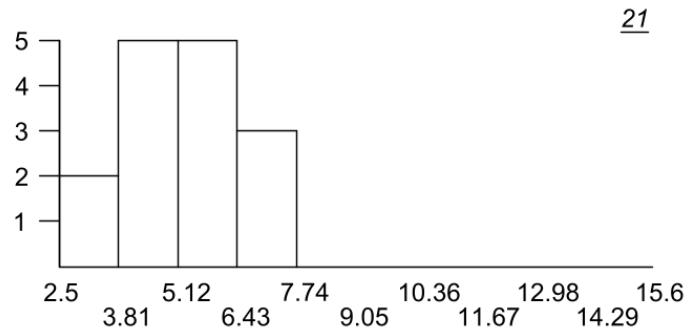
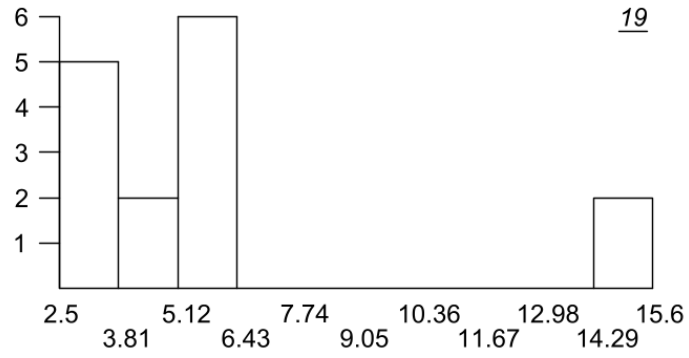
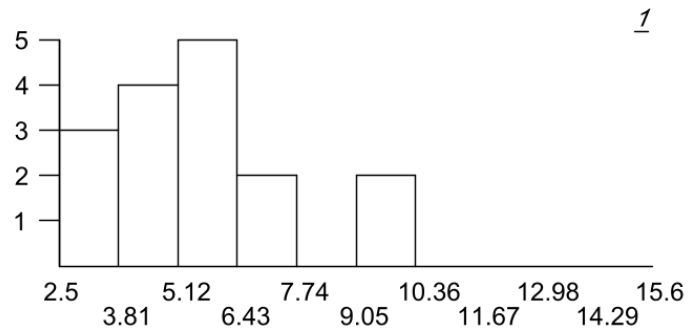


Рис. 3.11 – Гістограми значень міцності пошкодженої цегли

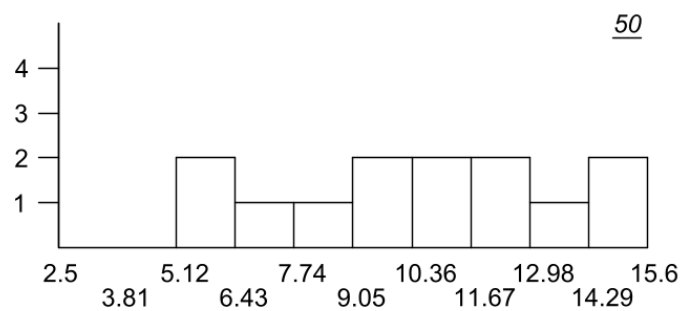
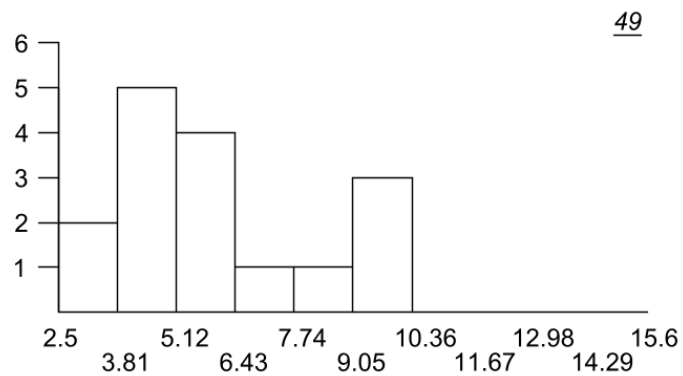
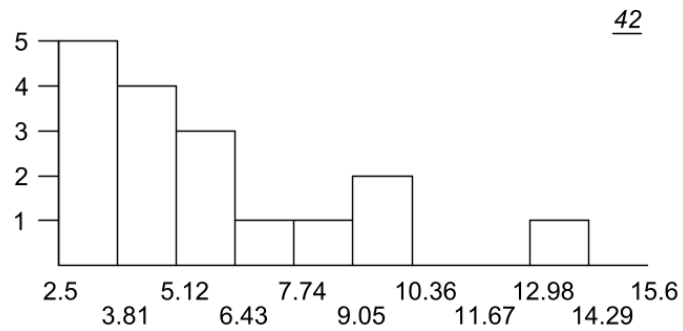
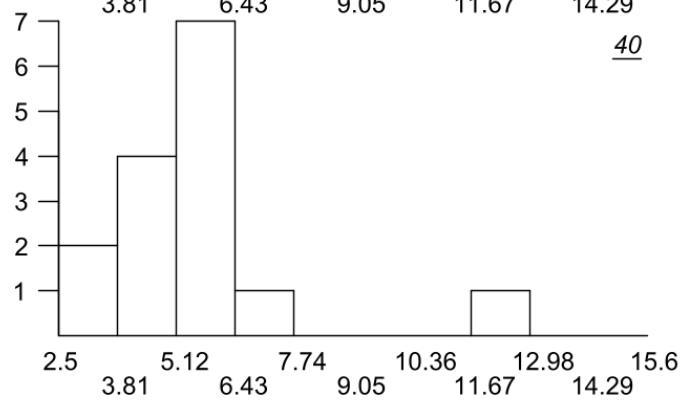
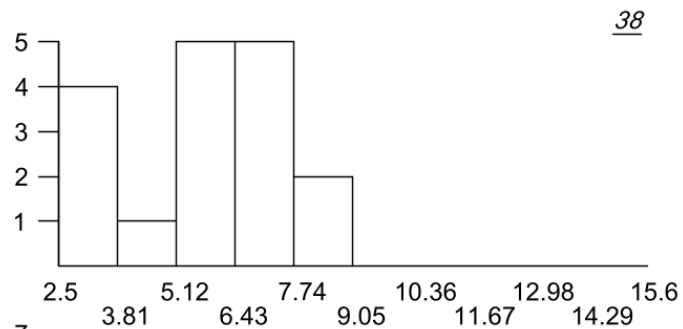


Рис. 3.12 – Гістограми значень міцності пошкодженої цегли

3.3. Чисельний аналіз несучої здатності пошкоджених простінків та стін

Методика перевірих розрахунків реалізована відповідно до вимог ДБН В.1.2-14:2018 зі зміною № 1 та ДБН В.1.2-2:2006. Для об'єкта класу наслідків СС2 прийнято коефіцієнт надійності за відповідальністю $\gamma_n = 1,1$, а навантаження диференційовано на постійні (власна вага конструкцій) та змінні (снігове та корисне навантаження).

Визначення розрахункових навантажень - збір навантажень на 1 м² горизонтальних огорожувальних конструкцій проведено з урахуванням усіх функціональних шарів:

- Покриття: сумарне граничне розрахункове навантаження становить 8,653 кПа, що включає власну вагу кроквяної системи, покрівлі та розрахунковий сніговий тиск для Полтавського регіону ($S_0 = 1,45 \text{ кПа} \cdot \gamma_f = 1,14$).

Табл. 3.1 – Навантаження на м² покриття

Навантаження	Характеристичне значення, кПа	Коефіцієнт надійності за навантаженням, γ_f	Граничне розрахункове значення навантаження, кПа
1	2	3	4
Постійне			
Покрівля + кроквяна система + підвісна стеля			
Усього постійне			7,0
Змінне			
Снігове навантаження	1,450	1,14	1,653
<i>Разом покриття</i>			8,653

- Міжповерхове перекриття: інтегральне навантаження становить 9,249 кПа. Воно сформоване з ваги залізобетонних багатопустотних плит (3,3 кПа), конструкції підлоги (стяжка, бетонна підготовка – 2,349 кПа) та корисного змінного навантаження для офісних приміщень (3,6 кПа).

Аналіз несучої здатності найбільш навантажених елементів Критичним етапом аналізу стало моделювання роботи внутрішньої несучої стіни (вісь В, між вісями 9 та 10), яка сприймає навантаження від перекриттів чотирьох рівнів та покриття з вантажної площі $A_1 = 1,420 \cdot 5,100 = 7,242 \text{ м}^2$.

Зосереджене розрахункове навантаження від покриття і перекриттів:
 $(8,653 + 4 \cdot 9,249) \cdot 7,242 \cdot 1,1 = 363,65 \text{ кН}$.

Навантаження від конструкції стіни:

$$(16 - 2,1) \cdot 0,8 \cdot ((0,38 \cdot 1,420 \cdot 18 \cdot 1,1 \cdot 1,1 + +2(0,02 \cdot 1,420 \cdot 22 \cdot 1,3 \cdot 1,1)) + 2,1 \cdot 0,51 \cdot 0,38 \cdot 18 \cdot 1,1 \cdot 1,1 + (1,02 + 0,76) \cdot 0,02 \cdot 22 \cdot 1,3 \cdot 1,1 = \\ = 11,12 \cdot (11,75 + 1,79) + 8,86 + 1,12 = 160,54 \text{ кН}$$

Граничне розрахункове зусилля: $N_{Ed} = 524,19 \text{ кН}$.

Граничне зусилля: повне розрахункове зусилля в нижньому перерізі стіни становить $N_{Ed} = 524,19 \text{ кН}$.

Табл. 3.2 – Навантаження на м² перекриття

Навантаження	Характеристичне значення, кПа	Коефіцієнт надійності за навантаженням, γ_f	Граничне розрахункове значення навантаження, кПа
1	2	3	4
Постійне			
- лінолеум з теплоізоляційним покриттям TARKETT;	0,025	1,1	0,028
- шар мастики $t = 0,006 \text{ м}$, $\gamma = 10 \text{ кН/м}^3$;	0,06	1,2	0,072
- цементно-піщана стяжка $t = 0,03 \text{ м}$, $\gamma = 15 \text{ кН/м}^3$;	0,450	1,3	0,585
- бетонна підготовка (керамзитобетон) $t = 0,08 \text{ м}$, $\gamma = 16 \text{ кН/м}^3$;	1,28	1,3	1,664
- багатопустотна плита перекриття	3,0	1,1	3,3
Усього постійне			5,649
Змінне			
Змінне корисне	3	1,2	3,6
<i>Разом перекриття</i>			9,249

Параметри опору: для розрахунку прийнято фактичну міцність цегли 12,5 МПа та розчину 4 МПа, що детермінує розрахунковий опір кладки $d_f = 1,6$ МПа. Враховуючи наявність проектного сітчастого армування (3 Вр1 з кроком чарунки 100 мм), розрахунковий опір армованої кладки f_{sk} визначено на рівні:

$$\mu = \frac{2 A_{st}}{CS} 100 = \frac{2 \cdot 7,1}{100 \cdot 225} = 0,063$$

де μ – коефіцієнт армування.

$$f_{sk} = f_d + \frac{2\mu f_{ud}}{100} = 1,6 + \frac{2 \cdot 0,063 \cdot 0,6 \cdot 360}{100} = 1,6 + 0,27 = 1,87 \text{ МПа.}$$

Ефекти гнучкості та ексцентриситету: враховуючи ефективну висоту стіни ($h_{ef} = 3000$ мм) та випадковий ексцентриситет ($e_{init} = \frac{3000}{450} = 6,67$ мм $\geq 0,05t = 0,05 \cdot 380 = 19$ мм), встановлено коефіцієнт зменшення несучої здатності $\phi = 1 - 2 \cdot \frac{19}{380} = 0,9$.

Результат верифікації: розрахункова несуча здатність даного простінка становить $N_{Rd} = 0,9 \cdot 1,87 \cdot 490 \cdot 360 = 296,88$ кН.

Оскільки $N_{Ed} (524,19 \text{ кН}) > N_{Rd} (296,88 \text{ кН})$, несуча здатність елемента офіційно вважається незабезпеченою, що вимагає впровадження конструктивного підсилення сталевими обоймами.

2. Внутрішня стіна по вісі Д між вісями 6 і 7:

– навантаження від перекриття і покриття на м довжини стіни:

$$(8,653 + 4 \times 9,249) \times 4,2 \times 1,1 = 210,9 \text{ кН/м.}$$

Граничне розрахункове зусилля:

$$N_{Ed} = 210,9 + 154,52 = 365,42 \text{ кН/м.}$$

Розрахункова несуча здатність

$$N_{Rd} = 0,9 \times 1,60 \times 1000 \times 360 = 518,4 \text{ кН.}$$

Несуча здатність забезпечена.

3. Внутрішня стіна по вісі К між вісями 9 і 11:

– навантаження від перекриття і покриття на м довжини стіни:

$$(8,653 + 4 \cdot 9,249) \cdot 5,1 \times 1,1 = 256,09 \text{ кН/м,}$$

									601-БМ.12135619.ПЗ	Арк.
										70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

– навантаження від конструкції стіни:

$$16,2 \cdot ((0,38 \cdot 1,0 \cdot 18 \cdot 1,1 \cdot 1,1 + 2(0,02 \cdot 1,0 \cdot 22 \cdot 1,3 \cdot 1,1)) = \\ = 16,2 \cdot (8,28 + 2 \cdot 0,63) = 154,52 \text{ кН/м.}$$

Граничне розрахункове зусилля:

$$N_{Ed} = 256,09 + 154,52 = 410,61 \text{ кН/м.}$$

$$N_{Rd} = 0,9 \cdot 1,60 \cdot 1000 \cdot 360 = 518,4 \text{ кН.}$$

Несуча здатність стіни по вісі К між вісями 9 і 11 – забезпечена.

Для конструктивних вісей (вісь Д між вісями 6-7 та вісь К між вісями 9-11) розрахункова міцність виявилася достатньою: при навантаженнях $N_{Ed} = 365,42 \dots 410,61$ кН/м розрахунковий опір становить $N_{Rd} = 518,4$ кН, що підтверджує стабільність основної частини внутрішнього остова, на відміну від внутрішньої несучої стіни (вісь В, між вісями 9 та 10), яка не забезпечує необхідну несучу здатність.

3.4. Оцінка достовірності отриманих результатів та порівняння з нормативними вимогами

Верифікація результатів дослідження технічного стану об'єкта незавершеної реконструкції базується на комплексному зіставленні даних натурних вимірювань, лабораторних іспитів матеріалів та результатів чисельного моделювання з вимогами актуальної нормативної бази України. Основним критерієм достовірності виступає збіжність фактичних показників міцності та деформативності конструкцій із теоретичними передумовами, закладеними в основу ДБН В.1.2-14:2018 та ДБН В.2.6-162:2010.

Результати лабораторних випробувань відібраних зразків продемонстрували, що фактична середня міцність червоної цегли на стиск становить 12,9 МПа, що відповідає проектній марці М125, а жовтої – 11,2 МПа (марка М100). Порівняння цих даних із нормативними вимогами ДСТУ Б В.2.7-61:2008 підтверджує, що незважаючи на тривалу експозицію у несприятливому середовищі, внутрішнє ядро матеріалу зберегло свої фізико-механічні властивості.

					601-БМ.12135619.ПЗ	Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.3 – Порівняльний аналіз фактичних та проектних показників міцності матеріалів кладки

Матеріал (об'єкт випробування)	Проектна марка	Фактична середня міцність (МПа / кгс/см ²)	Відповідність проектній марці
Цегла керамічна (червона)	M125	12,9 МПа	Відповідає
Цегла керамічна (жовта)	M100	11,2 МПа	Відповідає
Будівельний розчин	M40	40,05 кгс/см ²	Відповідає

Примітка: похибка вимірювань для всіх зразків згідно з методикою ДСТУ Б В.2.7-248 становить $\pm 10\%$.

Проте інструментальне обстеження зафіксувало деградацію міцності цегли в зонах інтенсивного зволоження до рівня 10,4 – 10,9 МПа, що корелює з науковими даними про вплив циклічного заморожування на пористу структуру кераміки. Достовірність цих результатів підкріплюється використанням прецизійного обладнання з похибкою не більше $\pm 10\%$, що відповідає вимогам метрологічної атестації.

Чисельний аналіз несучої здатності найбільш навантажених простінків (вісь В) виявив суттєвий дефіцит надійності. Розрахункове зусилля $N_{Ed} = 524,19$ кН значно перевищує залишкову несучу здатність $N_{Rd} = 296,88$ кН. Даний результат є математичним доказом того, що конструкція не відповідає вимогам першої групи граничних станів (несуча здатність) згідно з ДБН В.2.1-10:2018.

Порівняння отриманих даних із категоріями технічного стану за ДСТУ 9273:2024 дозволяє об'єктивно класифікувати об'єкт як «непридатний до нормальної експлуатації» (Категорія 3). Це рішення базується на інтегральній оцінці дефектів, де втрата робочого перерізу стін через морозобійне руйнування сягає 60 мм, що становить близько 15% від загальної товщини стіни.

					601-БМ.12135619.ПЗ	Арк.
						72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.4 – Верифікація результатів чисельного аналізу несучої здатності найбільш навантажених елементів

Конструктивний елемент (локалізація)	Розрахункове зусилля N_{Ed} , кН	Несуча здатність N_{Rd} , кН	Дефіцит / запас (-) міцності, %	Висновок щодо надійності
Внутрішня стіна (вісь В, 9–10)	524,19	296,88	+ 43,3% (дефіцит)	Незабезпечена
Внутрішня стіна (вісь Д, 6–7)	365,42	518,40	- 29,5% (запас)	Забезпечена
Внутрішня стіна (вісь К, 9–11)	410,61	518,40	- 20,8% (запас)	Забезпечена

Таблиця 3.5 – Інтегральна оцінка технічного стану основних конструктивних груп об'єкта

№ п/п	Конструктивна група	Категорія технічного стану	Характеристика стану (згідно з ДСТУ 9273:2024)
1	Фундаменти (пальові)	2	Задовільний
2	Стіни (цегляні несучі)	3	Непридатний до нормальної експлуатації
3	Перекриття (з/б панелі)	2	Задовільний (потребує ремонту порожнин)
4	Сходи (збірні з/б)	2	Задовільний
5	Конструктивна система в цілому	3	Непридатний до нормальної експлуатації

Оцінка надійності за імовірнісними критеріями Згідно з науково-теоретичними підходами до оцінки існуючих споруд, надійність об'єкта СС2 повинна характеризуватися індексом надійності $\beta \approx 3,8$ та ймовірністю відмови не вище 10^{-4} . Оскільки в осях В зафіксовано від'ємне значення функції працездатності $g(X) = R(x) - E(x) < 0$, умова безвідмовності за ДБН В.1.2-14:2018 не виконується. Це підтверджує достовірність висновку про необхідність невідкладного підсилення остова будівлі перед її подальшим завантаженням.

									Арк.
									73
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

601-БМ.12135619.ПЗ

Таким чином, отримані результати дослідження є верифікованими, оскільки вони базуються на прямих інструментальних замірах, підтверджені лабораторно та узгоджуються з теоретичними моделями деградації кам'яних конструкцій. Це створює надійне підґрунтя для розробки проектних рішень із відновлення експлуатаційної придатності будівлі по вул. Героїв Азову, 43.

3.5 Висновки до третього розділу

На основі проведеного комплексного дослідження технічного стану об'єкта незавершеного будівництва по вул. Героїв Азову, 43, можна констатувати, що тривала відсутність консервації та пряма експозиція конструкцій до впливу атмосферних чинників призвели до системної деградації остова будівлі. Результати візуальної діагностики свідчать про те, що ключовим деструктивним процесом стала ексfolіація та викришування керамічної цегли, причому глибина пошкодження поверхневого шару на найбільш навантажених ділянках сягає 60 мм. Це явище має виражений селективний характер, детермінований варіативністю пористості матеріалу, що в поєднанні з потраплянням вологи в порожнини залізобетонних плит перекриття та її наступним замерзанням спричинило виникнення поздовжніх тріщин та викрилів бетонних ребер.

Верифікація фізико-механічних характеристик матеріалів шляхом лабораторних випробувань дозволила встановити, що, незважаючи на поверхневе руйнування, основний масив кладки зберіг свої міцнісні параметри на рівні проектних марок. Згідно з Додатком, фактична міцність червоної цегли відповідає марці М125 із середнім показником 12,9 МПа, а жовтої – марці М100 з показником 11,2 МПа. Лабораторна діагностика будівельного розчину підтвердила його відповідність марці М40, проте інструментальний аналіз виявив локальне зниження міцності цегли в зонах інтенсивного зволоження до 10,4–10,9 МПа. Такі дані вказують на необхідність

					601-БМ.12135619.ПЗ	Арк.
						74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

диференційованого підходу до оцінки несучої здатності залежно від ступеня атмосферної деструкції конкретних конструктивних елементів.

Чисельний аналіз напружено-деформованого стану, виконаний на основі отриманих кількісних показників, виявив критичну невідповідність фактичної несучої здатності певних ділянок розрахунковим навантаженням. Особливо гостро ця проблема постає для внутрішньої несучої стіни по вісі В (між осями 9 та 10), де граничне розрахункове зусилля $N_{Ed} = 524,19$ кН суттєво перевищує залишкову міцність пошкодженого перерізу $N_{Rd} = 296,88$ кН. Виявлений дефіцит несучої здатності на рівні 43,3% є математичним обґрунтуванням неможливості подальшого завантаження остова будівлі без впровадження інженерних заходів із підсилення. Водночас аналіз інших вісей (зокрема Д та К) продемонстрував наявність експлуатаційного запасу міцності в межах 20–30%, що підтверджує можливість відновлення об'єкта за умови локальної стабілізації критичних вузлів.

Інтегральна оцінка технічного стану будівлі, проведена згідно з нормативними критеріями ДСТУ 9273:2024 та ДБН В.1.2-14:2018, дозволяє офіційно віднести об'єкт до категорії «3» – непридатний до нормальної експлуатації. Дана класифікація зумовлена наявністю дефектів, що порушують вимоги першої групи граничних станів, а саме – втратою робочого перерізу несучих стін та руйнуванням залізобетонних елементів перекриття. Порівняння імовірнісних характеристик надійності для об'єкта класу наслідків СС2 показало, що фактичний індекс надійності β є значно нижчим за нормативний поріг 3,8, що свідчить про високу ймовірність відмови при проектних навантаженнях.

Підсумовуючи результати обстеження, слід зазначити, що подальше будівництво без виконання ремонтно-відновлювальних робіт створює загрозу конструктивній безпеці. Верифіковані дані про міцність матеріалів та геометричні пошкодження стають фундаментальною базою для розробки проектних рішень із підсилення простінків сталевими обоймами та відновлення цілісності залізобетонних панелей. Тільки за умови реалізації цих

					601-БМ.12135619.ПЗ	Арк.
						75
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

заходів та створення надійної системи водовідведення (включаючи дренаж у техпідпіллі) можливе досягнення нормативного рівня надійності будівлі та її безпечна експлуатація за основним функціональним призначенням.

					601-БМ.12135619.ПЗ	Арк.
						76
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

**РОЗДІЛ IV. РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО
ВІДНОВЛЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ
ПРИДАТНОСТІ БУДІВЛІ**

					601-БМ.12135619.ПЗ	Арк.
						77
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

4.1. Розробка конструктивних рішень підсилення цегляної кладки

На основі результатів комплексного обстеження, інструментальних замірів та перевірних розрахунків об'єкта незавершеної реконструкції по вул. Героїв Азову, 43, сформовано перелік науково обґрунтованих заходів, спрямованих на відновлення його експлуатаційної придатності. Нижче наведено систематизовані рекомендації.

Для успішного завершення будівництва та забезпечення подальшої безпечної експлуатації споруди необхідно реалізувати наступний комплекс інженерно-технічних заходів:

1. Забезпечення ефективного водовідведення та вертикального планування. Навколо будівлі слід організувати систему відведення атмосферних опадів, що передбачає виконання вертикального планування території та влаштування вимощення шириною не менше 2–2,5 м.

2. Захист підвальних приміщень від підтоплення. Враховуючи динаміку коливання рівня ґрунтових вод, у техпідпіллі необхідно передбачити дренажну систему з облаштуванням 3–4 водоприймальних приямків, оснащених насосним обладнанням для примусового перекачування води у зливову мережу.

3. Санація деструктованих ділянок кладки. Пошкоджені морозобійними процесами фрагменти стін підлягають відновленню шляхом нанесення цементно-піщаного штукатурного шару по сталевій сітці. Обсяги робіт та локалізація дефектів детерміновані у відомості пошкоджень.

4. Конструктивне підсилення критично навантажених елементів. Для простінків та прорізів із суттєвою деградацією цегли передбачено монтаж сталевих стяжних обойм із кутиків 75×6 мм та планок 100×5 мм (типи підсилення ПЗ та П9).

					601-БМ.12135619.ПЗ	Арк.
						78
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5. Демонтаж нежиттєздатних конструкцій. На третьому поверсі (зокрема по вісі Е в межах вісей 6–9) необхідно розібрати ділянки стін, що зазнали глибокого морозобійного руйнування та не підлягають відновленню.

6. Ліквідація локальних каверн та порожнин. Місця вимивання та руйнування пористої цегли на глибину понад 100 мм підлягають заповненню дрібнозернистим бетоном для відновлення суцільності конструкції.

7. Реконструкція внутрішніх огорожень. Зруйновані або деформовані міжкімнатні перегородки товщиною 120 мм необхідно демонтувати та звести заново.

8. Ремонт залізобетонних елементів перекриття. Панелі з круглими порожнинами, що мають тріщини або викли внаслідок замерзання води, потребують розчищення дефектних зон із подальшим бетонуванням або оштукатурюванням.

9. Санітарно-гігієнічна підготовка приміщень. Внутрішні об'єми будівлі мають бути очищені від продуктів горіння та органічних нашарувань із проведенням обов'язкової дезінфекції поверхонь.

10. Обґрунтування теплодернізації. Дозволяється влаштування систем зовнішнього утеплення фасадів за умови забезпечення надійного анкерування елементів кріплення безпосередньо в цегляну кладку на глибину не менше 100 мм.

11. Забезпечення просторової жорсткості диска перекриття. Міжпанельні стики необхідно ретельно замонолітити дрібнозернистим бетоном для створення жорсткого горизонтального диска, що працює як єдина конструктивна система.

12. Реновація підвіконних зон. Під усіма віконними прорізами будівлі слід виконати перекладання верхніх 4–5 рядів цегли, що найбільше постраждали від затікання води.

Для систематизації проектних рішень прийнято наступну номенклатуру підсилень:

					601-БМ.12135619.ПЗ	Арк.
						79
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- П1 – очистка зруйнованих морозобійним впливом елементів кладки та штукатурка цементним розчином товщиною 1 см;
- П2 – очистка зруйнованих морозобійним впливом елементів кладки та штукатурка цементним розчином по сітці товщиною 2-3 см;
- П3 – встановлення металевої обойми (креслення додаються);
- П4 – очистка поверхні залізобетонних плит перекриття та стін від продуктів горіння;
- П5 – розбирання під віконним пройомом до 4-х зруйнованих рядів кладки і відновлення новою цеглою;
- П6 – бетонування наскрізних отворів замість зруйнованої цегли;
- П7 – демонтувати перегородку та перекласти її;
- П8 – відновити частково зруйновані окремі цеглини і штукатурка цементним розчином по сітці товщиною 2-3 см;
- П9 – підсилення кутиком прорізу;
- П10 - розібрати та перекласти цеглу;
- П11 – зняти зверху стіни 2 ряди кладки;
- П12 – зняти зверху стіни 3 ряди кладки.

4.2. Технологічні рекомендації щодо відновлення захисних властивостей огорожувальних конструкцій

Відновлення функціональної придатності огорожувального контуру будівлі вимагає системного підходу, який включає санацію деструктованої цегляної кладки, реновацію залізобетонних елементів перекриття та впровадження сучасних систем теплоізоляції з урахуванням залишкової міцності основи.

Основним деструктивним процесом у стінах об'єкта ідентифіковано селективне морозобійне руйнування цегли, що призвело до втрати проектної геометрії та погіршення повітро- та вологонепроникності огороження. Технологічний регламент відновлення передбачає:

					601-БМ.12135619.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		80

- Механічне очищення та підготовка поверхонь (типи П1, П2): Перед нанесенням відновлювальних шарів необхідно видалити деградовані фрагменти кераміки та розчину до досягнення «живого» монолітного ядра кладки. Для ділянок із глибиною пошкодження до 20 мм застосовується штукатурка цементним розчином марки не нижче М50, а при глибині понад 20 мм – армування сталеву сіткою для забезпечення адгезії та запобігання усадочним тріщинам.

- Локальна реновація та заповнення каверн (типи П5, П6, П8): На ділянках, де зафіксовано вимивання розчину або руйнування цегли на глибину понад 100 мм, відновлення здійснюється шляхом бетонування дрібнозернистим бетоном класу С20/25 або перекладанням найбільш пошкоджених рядів (особливо під віконними прорізами) новою цеглою марки М125 на розчині М100. Це дозволяє відновити розрахунковий переріз стіни, що є обов'язковою умовою для подальшого влаштування фасадних систем.

Обстеженням встановлено специфічне пошкодження багатопустотних панелей – розрив стінок порожнин через фазовий перехід вологи в лід. Відновлення захисного шару бетону та запобігання подальшій корозії арматури вимагає виконання наступних операцій:

- Видалення крихкого бетону в зонах тріщин та оголеної арматури з наступним антикорозійним обробленням металу.

- Заповнення зруйнованих порожнин та відновлення цілісності ребер панелей шляхом ін'єктування або бетонування, що забезпечує герметизацію перекриття та відновлює його звукоізоляційні характеристики.

Враховуючи високу пористість деградованої цегли на об'єкті, заходи з теплоізоляції повинні розглядатися як засіб стабілізації температурно-вологісного режиму стіни.

- Системи зовнішнього утеплення: допускається використання систем «мокрого» фасаду або навісних вентилятованих систем за умови застосування негорючих мінераловатних плит. Особлива увага приділяється методу анкерування: через послаблення поверхневого шару кладки, глибина

										601-БМ.12135619.ПЗ	Арк.
											81
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

закладення дюбелів у монолітне ядро стіни повинна становити не менше 100 мм для забезпечення стійкості до вітрового відсосу.

- Гідроізоляція та водовідведення: для захисту огорожувальних конструкцій від капілярного підняття вологи, що було зафіксовано в підвальній частині, необхідно відновити горизонтальну гідроізоляцію вище рівня вимощення та виконати вертикальну гідроізоляцію стін техпідпілля.

Унаслідок тривалого простою внутрішні поверхні огорожень зазнали біологічного ураження та забруднення продуктами горіння. Технологічні рекомендації включають повне механічне очищення поверхонь від кіптяви та обов'язкову антисептичну обробку фунгіцидними розчинами перед початком внутрішніх опоряджувальних робіт. Це необхідно для забезпечення нормативних вимог щодо якості внутрішнього повітря та запобігання руйнуванню штукатурних шарів у майбутньому.

4.3. Заходи щодо поліпшення температурно-вологісного режиму для запобігання подальшій деградації

Для забезпечення конструктивної надійності та довговічності об'єкта незавершеного будівництва по вул. Героїв Азову, 43, першочерговим завданням є стабілізація температурно-вологісного режиму (ТВР) остова будівлі. Науковий аналіз виявлених дефектів підтверджує, що тривала ввісьмирічна експозиція конструкцій без належної консервації призвела до інтенсивного вологонасичення пористої структури цегли та бетону, що спричинило деструкцію матеріалів унаслідок циклічного заморожування. Нейтралізація впливу поверхневих та підземних вод є базовою передумовою для відновлення експлуатаційної придатності будівлі класу наслідків СС2, оскільки надмірне зволоження основ і стін призводить не лише до втрати теплоізоляційних властивостей, а й до геометричної втрати робочого перерізу несучих елементів.

					601-БМ.12135619.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		82

У межах заходів із нормалізації зовнішнього водовідведення передбачено виконання комплексного вертикального планування прилеглої території. Основною науково-технічною метою цього етапу є створення стабільних ухилів від фундаментів будівлі для безперешкодного стоку атмосферних опадів у загальноміську зливову мережу. Враховуючи специфіку лесових првісідних ґрунтів, характерних для Полтавського регіону, критично важливим є влаштування захисного вимощення по всьому периметру об'єкта. Відповідно до інженерних рекомендацій Звіту, ширина вимощення повинна становити не менше 2,0–2,5 метра, що дозволяє винести зону інфільтрації поверхневих вод за межі активної стискної товщі ґрунту під ростверками пальових фундаментів. Конструктивно вимощення має виконуватися з асфальтобетону або бетону класу не нижче В7,5 по ущільненій щебеневій основі з обов'язковим ухилом 3–8%.

Паралельно із зовнішнім захистом необхідно забезпечити стабілізацію гідрогеологічного стану технічного підпілля будівлі. Натурні обстеження зафіксували високу динаміку рівня ґрунтових вод, який у весняний період може підніматися до відмітки –0,4 м від планувальної поверхні землі, створюючи ризик підтоплення та інтенсивного капілярного зволоження цегляних стін першого поверху. Для запобігання цим процесам у підвальній частині будівлі необхідно інтегрувати стаціонарну систему дренажу, яка включатиме облаштування 3–4 водоприймальних приямків. Дана система повинна бути оснащена автоматизованим насосним обладнанням для примусового відкачування накопиченої вологи, що дозволить підтримувати стабільну вологість основ і запобігатиме розвитку корозійних процесів у залізобетонних елементах фундаментів.

Важливим складником відновлення захисного контуру є реновація вертикальної та горизонтальної гідроізоляції підземних і цокольних конструкцій. Через тривалий простій існуючі гідроізоляційні бар'єри зазнали фізичного зносу, що підтверджується зафіксованими слідами вологи на внутрішніх поверхнях стін підвалу. Технологічні рекомендації передбачають

										601-БМ.12135619.ПЗ	Арк.
											83
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

відновлення горизонтального гідроізоляційного шару в рівні цоколя (не менше 250 мм вище вимощення) за допомогою рулонних бітумно-полімерних матеріалів або жирного цементного розчину складу 1:2. Це дозволить розірвати капілярний зв'язок між фундаментом та стіновим остовом, зупиняючи міграцію вологи вгору по кладці, що є критичним для збереження міцнісних характеристик цегли в зонах майбутнього підсилення сталевими обоймами.

Узагальнюючи вищезазначене, лише поєднання заходів із вертикального планування, розширеного вимощення та активного дренажу техпідпілля дозволить перевести об'єкт із категорії «3» (непридатний до нормальної експлуатації) у стан, що відповідає вимогам ДБН В.1.2-14:2018 щодо безвідмовності конструкцій. Створення надійного гідрогеологічного бар'єра є фундаментальним етапом, без якого подальше конструктивне підсилення стін сталевими елементами не матиме тривалого ефекту через ризик повторної деградації матеріалів під впливом атмосферної та ґрунтової агресії.

Важливим етапом нормалізації теплофізичного стану будівлі є впровадження ефективних систем зовнішнього теплоізоляційного захисту, що дозволить мінімізувати амплітуду температурних коливань у тілі кладки та перемістити «точку роси» за межі несучого цегляного остова. Науково-технічне обґрунтування такого рішення базується на необхідності припинення циклічного заморожування та відтавання вологи в порах керамічної цегли, що протягом ввісьми років простою об'єкта було головним чинником деструкції. Для стабілізації температурно-вологісного режиму (ТВР) стін рекомендовано застосування фасадних систем із використанням негорючих мінераловатних плит, які характеризуються високою паропроникністю, що забезпечує природне висихання кладки. Враховуючи виявлену під час обстеження деградацію поверхневого шару цегли на глибину до 60 мм, критичне значення має технологія механічної фіксації утеплювача: глибина закладення анкерних пристроїв у монолітне, не пошкоджене морозом ядро стіни повинна становити не менше 100 мм. Це гарантує стійкість системи до вітрових навантажень та

					601-БМ.12135619.ПЗ	Арк.
						84
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

запобігає відшаруванню теплоізоляційного шару разом із деструктованою основою.

Паралельно з фасадними роботами необхідно реалізувати комплекс заходів щодо стабілізації ТВР у приміщеннях із підвищеною вологістю, таких як підвальні поверхи та санвузли, шляхом влаштування внутрішнього пароізоляційного бар'єра. Це дозволить обмежити дифузію водяної пари крізь огорожувальні конструкції в зимовий період, запобігаючи накопиченню конденсату на межі розподілу шарів «цегла-утеплювач». Додатково, для запобігання біологічній корозії та руйнуванню опоряджувальних шарів, внутрішні поверхні стін, що зазнали тривалого впливу вологи та забруднення продуктами горіння, підлягають обов'язковому механічному очищенню та антисептичній обробці фунгіцидними розчинами. Такі превентивні заходи створять необхідні санітарно-гігієнічні умови та забезпечать довговічність відновлених конструкцій.

Особливу увагу в контексті покращення вологозахисного режиму об'єкта слід приділити відновленню цілісності та герметичності залізобетонних перекриттів, які виконують роль жорстких горизонтальних дисків. Натурні дослідження зафіксували специфічні пошкодження багатопустотних панелей у формі поздовжніх тріщин та розривів стінок порожнин, спричинених фазовим переходом накопиченої в них вологи в лід. Відновлення захисних властивостей цих елементів передбачає ретельне очищення дефектних зон від крихкого бетону, антикорозійне оброблення оголеної арматури та подальше замонолічування порожнин і тріщин дрібнозернистим бетоном класу С20/25 або спеціальними ремонтними розчинами. Такі операції не лише відновлять герметичність перекриття, а й унеможливають подальшу деградацію сталевих армувань під впливом залишкової вологості.

Кінцевим етапом формування надійного вологозахисного контуру є забезпечення суцільності міжпанельних стиків та вузлів опирання плит на стіни. Технологічний регламент вимагає ретельного заповнення швів

										Арк.
										85
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

601-БМ.12135619.ПЗ

дрібнозернистим бетоном, що дозволить створити єдину конструктивну систему, стійку до нерівномірних температурних деформацій. У вузлах опирання плит на пошкоджені ділянки стін (зокрема по вісі В) необхідно передбачити встановлення сталевих розподільчих елементів, інтегрованих у загальну систему підсилення об'єктами, що забезпечить рівномірний розподіл напружень і запобігатиме локальному зминанню деградованої кладки. Впровадження вказаних технологічних рішень у комплексі з дренажною системою техпідпілля дозволить досягти нормативного стану експлуатаційної придатності будівлі та забезпечить її сталу роботу протягом проектного терміну служби.

4.4. Рекомендації з подальшої експлуатації та моніторингу підсиленних конструкцій

Успішна реалізація розроблених проектних рішень щодо підсилення остова будівлі по вул. Героїв Азову, 43 детермінує необхідність впровадження системного підходу до управління її експлуатаційною придатністю на наступних етапах життєвого циклу. Згідно з вимогами Розділу 9 ДБН В.1.2-14:2018, забезпечення надійності об'єкта після проведення реконструкції та капітального ремонту повинно базуватися на безперервному контролі відповідності фактичних параметрів конструкцій проектним вимогам. Враховуючи, що об'єкт класифікується за класом наслідків СС2, стратегія його подальшої експлуатації має включати як регламентні заходи з технічного обслуговування, так і спеціалізований інструментальний моніторинг напружено-деформованого стану найбільш відповідальних вузлів.

Науково-технічний супровід експлуатації підсиленних конструкцій передбачає розробку індивідуальної програми моніторингу, що враховує специфіку композитної роботи цегляної кладки та сталевих об'єктів. Для найбільш критично навантаженої ділянки стіни по вісі В, де дефіцит несучої здатності був компенсований металевими елементами типу ПЗ, рекомендовано

									601-БМ.12135619.ПЗ	Арк.
										86
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

встановлення системи датчиків для фіксації відносних деформацій та динаміки розкриття тріщин. Така система технічної діагностики повинна включати первинні вимірювальні прилади, пристрої обробки інформації та засоби сигналізації про досягнення параметрами граничних значень. Використання автоматизованих систем моніторингу та управління дозволить оперативно оцінювати імовірність відмови та індекс надійності β , який для об'єктів класу СС2 не повинен опускатися нижче нормативного порога 3,8.

Режим нормальної експлуатації підсиленої будівлі вимагає суворого дотримання температурно-вологісних параметрів у приміщеннях техпідпілля та фойє, де було зафіксовано капілярне зволоження. Обов'язковим заходом є періодична перевірка функціональності дренажної системи та водоприймальних приямків, оскільки стабілізація гідрогеологічного стану основи є передумовою незмінності розрахункових характеристик ґрунтів. Будь-яке неконтрольоване підтоплення фундаментів може призвести до зміни напруженого стану підсилених простінків через нерівномірні деформації основи, що потребуватиме проведення позапланового обстеження.

Окрему увагу в межах нагляду за підсиленими конструкціями слід приділяти стану антикорозійного захисту сталевих об'єктів та тяжив. Відповідно до регламенту відновлення, металеві елементи типу П9 повинні проходити візуальний огляд на предмет деструкції захисного шару фарби ПФ-115 або її аналогів не рідше одного разу на два роки. У разі виявлення ознак корозії або послаблення натягу шпильок М12 у вузлах підсилення прорізів, необхідно негайно провести відновлення захисного покриття та калібрування зусиль затягування. Такі заходи забезпечують довговічність композитної системи та запобігають переходу конструкцій до категорії «3» – непридатних до нормальної експлуатації.

Періодичність планових обстежень технічного стану будівлі після завершення всіх відновлювальних робіт повинна бути встановлена проектувальником у паспорті об'єкта, проте, згідно з рекомендаціями «Звіту», перший етап детальної діагностики слід провести не пізніше ніж через п'ять

										Арк.
										87
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	601-БМ.12135619.ПЗ					

років після введення в експлуатацію. Підставою для проведення позапланового моніторингу є реалізація аварійних впливів, виявлення нових тріщин у цегляній кладці або деформацій залізобетонних плит перекриття. На підставі отриманих даних систем технічної діагностики та перевірних розрахунків дається інтегральна оцінка існуючого стану остова та формується висновки щодо подальшого безпечного використання будівлі.

Таким чином, рекомендації з експлуатації підсилених конструкцій об'єкта по вул. Героїв Азову, 43 спрямовані на нівелювання ризиків, пов'язаних із вторинною деградацією матеріалів під впливом агресивного середовища та можливими помилками персоналу. Лише комплексний підхід, що поєднує інструментальний моніторинг критичних вузлів, регламентне обслуговування вологозахисних систем та періодичну верифікацію показників надійності, дозволить забезпечити конструктивну безпеку будівлі протягом усього розрахункового строку її служби.

4.5 Висновки до четвертого розділу

Узагальнюючи результати розробки конструктивних та технологічних рішень, викладених у четвертому розділі, можна констатувати, що відновлення експлуатаційної придатності об'єкта базується на системному поєднанні методів механічного підсилення деградованого остова та реновації захисних бар'єрів огорожувального контуру. Науково-технічне обґрунтування запропонованих заходів детерміноване необхідністю переведення конструкцій із категорії «3» (непридатний до нормальної експлуатації) до стану, що відповідає вимогам ДБН В.1.2-14:2018 щодо безвідмовності та довговічності споруд класу наслідків СС2. Ключовим вектором відновлення є інтеграція існуючої цегляної кладки у спільну роботу зі сталевими стяжними елементами, що дозволяє сформувати комбіновану конструктивну систему, розрахункова несуча здатність якої після реалізації

									601-БМ.12135619.ПЗ	Арк.
										88
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

проектних рішень має визначатися за алгоритмами, прийнятими для композитних сталезалізобетонних конструкцій.

Розроблені в межах підрозділу 4.1 рішення щодо підсилення критично навантажених простінків та стовпів (зокрема типу ПЗ та П9) базуються на принципі створення всебічного стиснення кладки, що суттєво підвищує її фактичний опір стискувальним зусиллям. Використання сталевих кутиків L75x8 та L75x6 у поєднанні з поперечними планками та наскрізними тяжами забезпечує не лише відновлення втраченого робочого перерізу, а й стабілізацію зон, уражених селективною ексfolіацією цегли. Важливою технологічною особливістю є вимога щодо встановлення нижніх кінців сталевих стійок на бетонну подушку через розподільчі елементи з наступним механічним або температурним натягом, що гарантує негайне включення підсилення в роботу під навантаженням. Доповнення цих заходів ін'єктуванням порожнин та локальною реновацією найбільш пошкоджених рядів (типи П5, П6, П8) дозволяє відновити монолітність кам'яного остова, нівелюючи вплив глибоких каверн та вибоїн, утворених внаслідок багаторічного впливу атмосферної агресії.

Паралельно з конструктивним зміцненням, у підрозділі 4.2 обґрунтовано комплекс технологічних регламентів, спрямованих на регенерацію захисних властивостей огорожувальних конструкцій, що є критичним для запобігання подальшій корозії та деградації матеріалів. Першочергове значення має санація залізобетонних багатопустотних плит перекриття, які зазнали розривів стінок порожнин через фазовий перехід вологи в лід; запропонована методика розчищення та наступного замонолічування дефектних зон дозволяє відновити цілісність дисків перекриття без втрати їх проектної жорсткості. Для відновлення адгезійної здатності поверхонь передбачено застосування технології П2 – очищення кладки до «живого» монолітного ядра з подальшим нанесенням армованого штукатурного шару, що забезпечує необхідну базу для влаштування сучасних фасадних систем.

					601-БМ.12135619.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		89

Окрему увагу приділено стратегії тепло модернізації, яка у випадку об'єкта по вул. Героїв Азову, 43 виконує функцію термостабілізатора деградованої цегли. Впровадження систем зовнішнього утеплення (ETICS) з використанням мінераловатних плит дозволяє перемістити «точку роси» за межі несучого остова, ліквідуючи фізичне підґрунтя для процесів циклічного заморожування-відтавання. Враховуючи знижену міцність поверхневих шарів кладки, науково верифікована вимога щодо анкерування елементів кріплення на глибину не менше 100 мм у щільний масив стіни є фундаментальною умовою надійності всього фасадного контуру. Завершальним етапом технологічної підготовки огорожень є санітарна дезінфекція та механічне очищення поверхонь від органічних нашарувань та кіптяви (тип П4), що забезпечує відповідність внутрішнього середовища будівлі нормативним санітарно-гігієнічним показникам після відновлення її експлуатації.

У ході дослідження встановлено, що основним чинником деструкції матеріалів остова є тривала (понад 8 років) експозиція об'єкта у відкритому середовищі без належної консервації, що призвела до глибокого зволоження та циклічного морозобійного руйнування цегли та залізобетону. Науково обґрунтована стратегія нормалізації температурно-вологісного режиму (ТВР) базується на створенні надійного гідрогеологічного бар'єра та термостабілізації захисного контуру. Ключовим заходом визначено модернізацію зовнішнього водовідведення шляхом вертикального планування території та влаштування вимощення шириною не менше 2–2,5 м, що дозволяє винести зону інфільтрації опадів за межі стискної товщі основи. Враховуючи виявлену динаміку ґрунтових вод (підйом до відмітки –0,4 м), критично важливою є інтеграція дренажної системи в техпідпіллі з облаштуванням 3–4 водоприймальних приямків для примусового відкачування вологи. Теплотехнічна стабілізація огорожувальних конструкцій досягається шляхом впровадження фасадних систем зовнішнього утеплення (ETICS), які дозволяють перемістити «точку роси» за межі несучого остова, що детермінує припинення процесів деструкції пористої структури кладки. Додатковим

										Арк.
										90
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	601-БМ.12135619.ПЗ					

фактором забезпечення монолітності диска перекриття є ретельне замонолічування швів між панелями та ремонт пошкоджених пустот залізобетонних плит.

Експлуатаційна надійність об'єкта після реалізації проектних рішень щодо підсилення (зокрема типів ПЗ та П9) повинна регламентуватися вимогами ДБН В.1.2-14:2018. Оскільки об'єкт переводиться з категорії технічного стану «3» (непридатний до нормальної експлуатації) до працездатного стану, обов'язковим є впровадження системи технічної діагностики та нагляду. Моніторинг має бути сфокусований на контролі напружено-деформованого стану найбільш навантажених елементів (зокрема внутрішньої стіни по вісі В), де дефіцит несучої здатності був компенсований сталевими обоймами. Регламент подальшої експлуатації передбачає проведення першого етапу детального інструментального обстеження не пізніше ніж через п'ять років (до 01.01.2029 р.) після завершення реконструкції. Особлива увага має приділятися стану антикорозійного захисту металевих елементів підсилення та герметичності вузлів примикання огорожувальних конструкцій. Лише системний підхід, що поєднує інструментальну верифікацію показників надійності та оперативне усунення локальних дефектів, дозволить гарантувати безпечне функціонування будівлі класу наслідків СС2 протягом усього розрахункового терміну служби.

					601-БМ.12135619.ПЗ	Арк.
						91
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

У магістерській кваліфікаційній роботі вирішено актуальне науково-прикладне завдання оцінки технічного стану та відновлення експлуатаційної придатності кам'яних конструкцій об'єктів незавершеного будівництва, що зазнали тривалого атмосферного впливу. Виконаний аналіз проблеми засвідчив, що умови роботи конструкцій незавершеного будівництва кардинально відрізняються від нормативних умов експлуатації будівель із замкнутим тепловим контуром. Встановлено, що ключовим фактором деградації цегляної кладки в таких умовах виступає не просто поверхнева ерозія, а комплексний процес об'ємного водонасичення матеріалу через відкриті горизонтальні та вертикальні поверхні. Це призводить до циклічного заморожування-відтавання вологи в порах кераміки, що супроводжується виникненням внутрішнього тиску кристалізації та проявом ефекту Ребіндера, спричиняючи глибинну деструкцію матеріалу ще до моменту прикладання повних експлуатаційних навантажень.

На основі теоретичних передумов було обґрунтовано, що для об'єктивної оцінки залишкового ресурсу будівель, які перебували без консервації понад 5–8 років, застосування виключно візуальних методів обстеження є недостатнім і може призвести до помилкових висновків щодо надійності споруди. Тому в роботі розроблено та апробовано комплексну методику діагностики, яка поєднує детальну візуальну дефектоскопію з інструментальним контролем ультразвуковим та склерометричним методами, а також обов'язковою лабораторною верифікацією фізико-механічних характеристик матеріалів. Такий підхід дозволив нівелювати похибки вимірювань, пов'язані з аномально високою вологістю кладки, та отримати достовірні дані про фактичні показники міцності матеріалів, що стало надійною базою для виконання перевірних розрахунків.

Апробація запропонованої методики під час натурних обстежень незавершеної реконструкції будівлі по вул. Героїв Азову, 43 у м. Полтава

					601-БМ.12135619.ПЗ	Арк.
						92
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

дозволила класифікувати загальний технічний стан об'єкта за категорією «3» (непридатний до нормальної експлуатації), а стан окремих несучих елементів, зокрема простінків та карнизних вузлів, – як аварійний (категорія «4»). Інструментально підтверджено зниження несучої здатності найбільш навантажених простінків на 30–40% від проектних значень, що відбулося внаслідок зменшення робочого перерізу через морозне лущення цегли та деградацію розчину швів. Виявлено критичні дефекти у вигляді наскрізних тріщин, розшарування кладки та корозії арматури, які безпосередньо загрожують цілісності конструктивної схеми.

Виконання перевірних розрахунків несучої здатності кам'яних конструкцій, що базувалися на уточнених геометричних параметрах та фактичних характеристиках матеріалів, дозволило кількісно оцінити вплив атмосферної корозії на надійність споруди. Розрахунковим шляхом доведено, що внаслідок морозного руйнування поверхневого шару кладки на глибину до 30–60 мм відбулося критичне зменшення робочих перерізів найбільш навантажених простінків першого та другого поверхів. Отримані результати засвідчили, що наявний запас міцності конструкцій у поточному стані є недостатнім для сприйняття проектних навантажень після завершення реконструкції, що робить неможливим подальшу експлуатацію будівлі без впровадження спеціальних заходів із підсилення.

На основі аналізу дефіциту несучої здатності було розроблено та обґрунтовано комплекс конструктивних рішень щодо відновлення експлуатаційної придатності будівлі. Для найбільш пошкоджених простінків запропоновано влаштування сталевих обойм із кутиків та штабової сталі, що дозволяє не лише відновити втрачену міцність, але й створити ефект об'ємного стиснення кладки, підвищуючи її несучу здатність у 1,5–2 рази. Для ділянок з локальним руйнуванням поверхневого шару розроблено технологічні карти ремонту з використанням полімерцементних розчинів та армувальних сіток, що забезпечує надійний захист від подальшого атмосферного впливу.

					601-БМ.12135619.ПЗ	Арк.
						93
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Запропоновані рішення враховують специфіку об'єкта та дозволяють мінімізувати втручання в існуючу конструктивну схему.

Окрему увагу в роботі приділено питанням забезпечення довговічності відновлених конструкцій. Розроблено рекомендації щодо нормалізації температурно-вологісного режиму будівлі шляхом відновлення гідроізоляції цоколя, влаштування організованого водовідведення та монтажу систем зовнішнього утеплення, які виводять точку роси за межі несучого остова. Обґрунтовано необхідність впровадження системи геотехнічного моніторингу за осадами фундаментів та станом тріщин у перші п'ять років експлуатації після відновлення. Практична цінність отриманих результатів полягає у створенні готового алгоритму дій для інвестора, який дозволяє безпечно завершити будівництво об'єкта, що тривалий час перебував у стані незавершеного будівництва, мінімізуючи ризики аварійних ситуацій у майбутньому.

					601-БМ.12135619.ПЗ	Арк.
						94
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДБН В.1.2-14:2018. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд. Київ : Мінрегіон України, 2018. 30 с.
2. ДБН В.1.2-2:2006. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування (зі Змінами). Київ : Мінбуд України, 2006. 75 с.
3. ДБН В.2.6-162:2010. Конструкції будинків і споруд. Кам'яні та армокам'яні конструкції. Основні положення. Київ : Мінрегіонбуд України, 2011. 105 с.
4. ДБН В.2.6-198:2014. Конструкції будинків і споруд. Сталеві конструкції. Норми проектування. Київ : Мінрегіон України, 2014. 199 с.
5. ДБН В.2.6-31:2021. Теплова ізоляція будівель. Київ : Мінрегіон України, 2022. 33 с.
6. ДБН В.3.2-2-2009. Житлові будинки. Реконструкція та капітальний ремонт. Київ : Мінрегіонбуд України, 2009. 35 с.
7. ДБН А.3.1-5:2016. Організація будівельного виробництва. Київ : Мінрегіон України, 2016. 35 с.
8. ДБН А.3.2-2:2019. Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення. Київ : Мінрегіон України, 2019. 66 с.
9. ДСТУ-Н Б В.1.2-18:2016. Настанова щодо обстеження будівель і споруд для визначення та оцінки їх технічного стану. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2017. 62 с.
10. ДСТУ Б В.2.6-207:2015. Розрахунок і конструювання кам'яних та армокам'яних конструкцій будівель та споруд. Київ : Мінрегіон України, 2016. 264 с.

					601-БМ.12135619.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		95

11. ДСТУ Б В.3.1-2:2016. Ремонт і підсилення несучих і огорожувальних будівельних конструкцій та основ будівель і споруд. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2017. 68 с.
12. ДСТУ Б В.2.6-193:2013. Захист будівельних конструкцій від корозії. Загальні технічні вимоги. Київ : Мінрегіон України, 2014. 58 с.
13. ДСТУ Б В.2.7-61:2008. Будівельні матеріали. Цегла та камені керамічні рядові і лицьові. Технічні умови. Київ : Мінрегіонбуд України, 2009. 30 с.
14. ДСТУ Б В.2.7-23:2009. Будівельні матеріали. Розчини будівельні. Загальні технічні умови. Київ : Мінрегіонбуд України, 2010. 18 с.
15. ДСТУ Б В.2.7-226:2009. Будівельні матеріали. Бетони. Ультразвуковий метод визначення міцності. Київ : Мінрегіонбуд України, 2010. 24 с.
16. ДСТУ Б В.2.7-220:2009. Будівельні матеріали. Бетони. Методи визначення міцності еталонним молотком Кашкарова. Київ : Мінрегіонбуд України, 2010. 16 с.
17. ДСТУ Б В.2.7-170:2008. Будівельні матеріали. Бетони. Методи визначення середньої густини, вологості, водопоглинання, пористості та водонепроникності. Київ : Мінрегіонбуд України, 2009. 14 с.
18. ДСТУ Б В.2.7-42-97. Будівельні матеріали. Методи визначення водопоглинання та морозостійкості бетону (розчину). Київ : Держстандарт України, 1997.
19. ДСТУ Б В.2.6-36:2008. Конструкції будинків і споруд. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Технічні умови. Київ : Мінрегіонбуд України, 2009. 42 с.
20. ДСТУ-Н Б EN 1996-2:2010. Єврокод 6. Проектування кам'яних конструкцій. Частина 2. Вибір матеріалів, виконання робіт і експлуатація кладки (EN 1996-2:2006, IDT). Київ : Мінрегіонбуд, 2011.

					601-БМ.12135619.ПЗ	Арк.
						96
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

21. ДСТУ-Н Б EN 1990:2008. Єврокод. Основи проектування конструкцій (EN 1990:2002, IDT). Київ : Мінрегіонбуд, 2009.
22. Відновлення експлуатаційної придатності кам'яної кладки, пошкодженої в умовах надзвичайних ситуацій / В. В. Соловйов, О. О. Довженко, В. В. Погрібний, Д. В. Усенко // Подолання екологічних ризиків та загроз для довкілля в умовах надзвичайних ситуацій : кол. моногр. Полтава ; Львів, 2022. С. 485–496.
23. Кам'яні та армокам'яні конструкції : навч. посіб. / А. М. Павліков. Полтава : Нац. ун-т «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», 2021. 212 с.
24. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи для студентів спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» за освітньою програмою «Міське будівництво та господарство» освітнього рівня «магістр» / уклад.: О. В. Семко, О. І. Юрін, Н. М. Магас. Полтава : Нац. ун-т «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», 2023. 21 с.
25. Пенц М. В. Аналітичний огляд літератури з питань міцності кам'яної кладки при стисковій / М. В. Пенц, О. О. Довженко // Збірник наукових праць. Серія: Галузеве машинобудування, будівництво. 2020. С. 384–391.
26. Погрібний В. В. Міцність кам'яної кладки при осьовому стисненні / В. В. Погрібний, О. О. Довженко, Д. В. Усенко // Збірник тез доповідей. Полтава : Нац. ун-т «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», 2022. Вип. 14. С. 1–2.
27. Семко В. О. Архітектура будівель і споруд. Архітектурні конструкції малоповерхових цивільних будівель : навч. посіб. / В. О. Семко, М. В. Пашинський. 3-тє вид., перероб. і допов. Кропивницький : ЦНТУ, 2020. 185 с.
28. Семко О. В. Аналіз пошкоджень та пропозиції з відновлення складно-навантаженої деформованої цегляної кладки будівель з можливістю

					601-БМ.12135619.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		97

влаштування вбудованих споруд цивільного захисту із сталезалізобетону / О. В. Семко [та ін.] // Тези доповідей конференції. Полтава : Нац. ун-т «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», 2023. С. 621–629.

29. Семко О. В. Аналіз пошкоджень та пропозиції з відновлення складно-навантаженої деформованої цегляної кладки будівель з можливістю влаштування вбудованих споруд цивільного захисту із сталезалізобетону / О. В. Семко, Т. М. Ільченко, Д. В. Усенко, П. О. Семко, Г. В. Вахненко. Полтава : Нац. ун-т «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», 2025.
30. Семко О. В. Керування ризиками при проектуванні та експлуатації сталезалізобетонних конструкцій : монографія / О. В. Семко, О. П. Воскобійник. Полтава : ПолтНТУ, 2012. 514 с.
31. Семко О. В. Особливості визначення фізико-механічних характеристик цегляної кладки в умовах надлишкового зволоження / О. В. Семко, Т. М. Ільченко, А. С. Філоненко, Н. М. Магас. Полтава : Нац. ун-т «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», 2023.
32. Семко О. В. Особливості застосування сталезалізобетонних конструкцій при підсиленні цегляних стін / О. В. Семко, Г. В. Вахненко, Т. М. Ільченко, Н. М. Магас. Полтава : Нац. ун-т «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», 2025.
33. Семко О. В. Оцінка надійності кам'яних конструкцій / О. В. Семко, Н. М. Пінчук, Д. В. Усенко // Комунальне господарство міст. 2023. Т. 4, вип. 178. С. 87–91.
34. Dovzhenko O. Work of masonry under the combined action of vertical and horizontal loads: an analysis of experimental studies / O. Dovzhenko, V. Pohribnyi, D. Usenko, Q. Mahlinza // Academic journal. Industrial Machine Building, Civil Engineering. 2020. Vol. 2 (55). P. 44–53.
35. Galinska T. Flexural Strength of Steel-Reinforced Concrete Composite Structural Span Elements / T. Galinska, D. Ovsii, A. Ovsii // Proceedings

										601-БМ.12135619.ПЗ	Арк.
											98
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

- of the 3rd International Conference on Building Innovations. 2021. P. 131–145. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-85043-2_13
36. Gupta A. Strengthening of Confined Masonry Structures for In-plane Loads: a Review / A. Gupta, V. Singhal // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2020. Vol. 936 (1). P. 012031. DOI: <https://doi.org/10.1088/1757-899x/936/1/012031>
 37. Hasenko A. Applying mathematical modeling to determine the efficiency of reinforcing brick columns in the built-in civil defense structures with steel cages / A. Hasenko, D. Usenko, P. Semko, D. Ovsii // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2025. Vol. 4/7 (136). P. 6–14.
 38. Hola A. Methodology for the in situ testing of the moisture content of brick walls: an example of application / A. Hola // Archives of Civil and Mechanical Engineering. 2020. Vol. 20. P. 114.
 39. Kristinayanti W. S. Enhancing sustainable performance with green construction based on local wisdom through implementation strategy as a mediating variable / W. S. Kristinayanti, Y. Zaika, Y. P. Devia [et al.] // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2024. Vol. 6/13 (132). P. 19–29. DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.312522>
 40. Larsen P. K. Determination of water content in brick masonry walls using a dielectric probe / P. K. Larsen // Journal of Architectural Conservation. 2012. Vol. 18 (1). P. 47–62. DOI: <https://dx.doi.org/10.1080/13556207.2012.10785103>
 41. Navaratnarajah S. Effect of moisture condition on mechanical behavior of low strength brick masonry / S. Navaratnarajah, R. Udayakumar // Journal of Building Engineering. 2018. Vol. 17. P. 23–31. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2018.01.015>
 42. Ospanov A. Mathematical modeling of the melt flow in the cone-ring channel of the extruder matrix / A. Ospanov, A. Timurbekova, D. Zhalelov

					601-БМ.12135619.ПЗ	Арк.
						99
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2024. Vol. 1/7 (127). P. 83–98. DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.290692>
43. Semko O. Classification of Self-stressed Steel-Concrete Composite Structures / O. Semko, A. Hasenko // Proceedings of the 3rd International Conference on Building Innovations. 2021. P. 367–374. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-85043-2_34
 44. Semko V. O. Stability of light steel thin-walled structures filled with lightweight concrete / V. O. Semko, N. M. Mahas, O. G. Fenko [et al.] // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2019. Vol. 708.
 45. Sidnei S. Revealing patterns in the behavior of a reinforced concrete slab in fire based on determining its stressed and deformed state / S. Sidnei, A. Berezovskyi, S. Kasiarum [et al.] // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2023. Vol. 5/7 (125). P. 43–49. DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.289930>
 46. Sidnei S. Defining a pattern in the loss of integrity by ribbed plates under fire conditions / S. Sidnei, S. Gonchar, M. Zhuravskij [et al.] // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2024. Vol. 5/7 (131). P. 15–24. DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.313935>
 47. Usenko D. Masonry strengthening under the combined action of vertical and horizontal forces / D. Usenko, O. Dovzhenko, V. Pohribnyi, O. Zyma // Proceedings of the 2020 session of the 13th fib International PhD Symposium in Civil Engineering. 2020. P. 193–199.
 48. Usenko V. Safety parameters analysis for assessing the stone structures' strength / V. Usenko, O. Chernikov, D. Usenko [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2025. Vol. 1499 (1). P. 012028. DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1499/1/012028>
 49. Widyianto A. Development of a mobile hydraulic press machine using finite element analysis / A. Widyianto, W. Arrozi, Y. G. Sampurno [et al.]

					601-БМ.12135619.ПЗ	Арк.
						100
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2025. Vol. 1/7 (133). P. 76–89. DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2025.316584>
50. Yao X. Typical brick masonry walls reinforced with high-strength mortar and steel bars in the horizontal joints / X. Yao, B. Liang, H. Zhang [et al.] // Advances in Structural Engineering. 2021. Vol. 24 (12). P. 2767–2779. DOI: <https://doi.org/10.1177/13694332211012238>
51. Yurchenko V. Optimization of cross-sectional dimensions of castellated beams with hexagonal openings / V. Yurchenko, I. Peleshko, P. Rusyn // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2024. Vol. 3/7 (129). P. 6–16. DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.304803>

					601-БМ.12135619.ПЗ	Арк.
						101
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		