КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

БУДІВЕЛЬНО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

КАФЕДРА ТОВАРОЗНАВСТВА І КОМЕРЦІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ В БУДІВНИЦТВІ

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

ДО АТЕСТАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ

НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА

на тему:

Підвищення споживних властивостей зовнішних стін в каркасно монолітному будівництві (на прикладі компанії «БіодРай»)

Стадника Артема Едуардовича

Київ 2025

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

Будівельно-технологічний факультет

Кафедра товарознавства та комерційної діяльності в будівництві

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри,

К-т техн. н., проф. Захарченко П. В.

«_____»_____2025 р

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА ЗДОБУВАЧА СТУПЕНЯ ВИЩОЇ ОСВІТИ МАГІСТР

Підвищення споживних властивостей зовнішних стін в каркасно монолітному будівництві (на прикладі компанії «БіодРай»)

Я як здобувач вищої освіти КНУБА розумію і підтримую політику закладу з академічної доброчесності. Я не надавав(-ла) і не одержував(-ла) недозволену допомогу під час підготовки цієї роботи. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

Здобувач Стадник Артем Едуардович
076 Підприємництво та торгівля
Товарознавство та комерційна діяльність
Група ТКДм-24
Керівник Огороднік І.В.
Доцент, к.т.н
Рецензент_____
Ідентичність підтверджую

м. Київ − 2025 рік

РЕЗЮМЕ (SUMMARY) *до кваліфікаційної випускової роботи здобувача*	Стадник Артем Едуардович Artem Stadnyk *здобувача українською та англійською мовами*		
ЗВО	Київський національний університет будівництва і архітектури		
Тема *(українською та англійською)*	Підвищення споживних властивостей зовнішних стін в каркасно монолітному будівництві (на прикладі компанії «БіодРай») Improving the consumer properties of external walls in frame monolithic construction (on the example of BiodRai)		
Освітній ступінь	Магістр		
Факультет	Будівельно-технологічний		
Випускова кафедра	Кафедра товарознавства та комерційної діяльності в будівництві		
Спеціальність	Підприємництво та торгівля		
Освітня програма	Товарознавство та комерційна діяльність		
Керівник	доцент, к.т.н. Огороднік І. В.		
Обсяг роботи:	*Пояснювальна записка, стор.*	*Розділів*	*Презентація, кількість слайдів*
	122	5	
Розділ 1	Теоретичні основи каркасно-монолітного будівництва та вимоги до зовнішніх стін		
Розділ 2	Методи та об’єкти дослідження		
Розділ 3	Стан ринку існуючих технологій матеріалів для зведення зовнішніх стін та додаткової підсушки		
Розділ 4	Товарознавчо-технологічні аспекти підвищення якості зовнішніх стін на прикладі компанії «Біодрай Україна» (ФОП «Жученко Є.С.») та оцінка її економічної ефективності		
Розділ 5	Техніка безпеки та охорона праці		
Висновки по роботі	Робота відповідає затвердженій темі, пройшла перед захисті готова до захисту.		
Ключові слова:	Каркасно-монолітне будівництво, зовнішні стіни, споживні властивості, теплоізоляція, вологозахист, підсушка матеріалів, енергоефективність, економічна		

Keywords:	доцільність, «Біодрай Україна». Frame-monolithic construction, external walls, consumer properties, thermal insulation, moisture protection, material drying technologies, energy efficiency, durability, façade systems, economic feasibility, Biodry Ukraine.

Здобувач _____/ _____

Керівник _____/ _____

«___» _____ 20___ р.

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

Факультет: _____
Кафедра:_____
Освітній рівень: «магістр за ОПП/ОНП»
Спеціальність:_____
Спеціалізація:_____

ЗАТВЕРДЖУЮ
Декан факультету
_____
„___”_____20___ року

З А В Д А Н Н Я

ДО ВИКОНАННЯ АТЕСТАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА

_____
_____
(прізвище, ім’я та по батькові студента)
1. Тема роботи _____
_____
_____
затверджена наказом ректора КНУБА № __ від «__»_____20___року
2. Керівник роботи
_____
_____
(прізвище, ім’я та по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
3. Строк подання студентом роботи до захисту_____
4. Зміст пояснювальної записки за розділами:
Р. 1._____
Р. 2._____
Р. 3._____
Р. 4._____
Р. 5._____
Р. 6._____

5. Графічний матеріал за розділами
Р. 1._____
Р. 2._____
Р. 3._____
Р. 4._____
Р. 5._____
Р. 6._____

7. Календарний план виконання роботи: а) наукова частина;
б) практична частина.

Види робіт та їх зміст	Дата Виконання
Розділ 1.	
Розділ 2.	
Розділ 3.	
Розділ 4.	
Розділ 5.	
Розділ 6.	
Остаточне оформлення роботи	
Направлення роботи на рецензування, перевірку на плагіат	
Попередній захист роботи на кафедрі	

8. Консультанти розділів атестаційної випускної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада Консультанта	Перевірив	
		Дата	Підпис
Розділ 1.			
Розділ 2.			
Розділ 3.			
Розділ 4.			
Розділ 5.			
Розділ 6.			

9. Дата видачі завдання _____

Зав. кафедри _____ _____
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник _____ _____
(підпис) (прізвище та ініціали)

Студент _____ _____
(підпис) (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Магістерська робота присвячена дослідженню споживних властивостей зовнішніх стін у каркасно-монолітному будівництві та розробці технологічних рішень для їх підвищення. Особливу увагу зосереджено на аналізі конструктивних характеристик, теплофізичних, акустичних та вологозахисних властивостей стінових систем, а також на оцінці впливу вологи на експлуатаційні показники огороджувальних конструкцій.

У роботі проведено комплексний огляд сучасних матеріалів та технологій, що застосовуються для зведення зовнішніх стін у каркасно-монолітних спорудах, визначено їх переваги, недоліки та відповідність нормативним вимогам. Розглянуто ринок існуючих рішень із додаткової підсушки матеріалів, зокрема технології компанії «Біодрай Україна», а також виконано порівняння їх ефективності.

Практична частина роботи містить техніко-технологічний аналіз конструкції зовнішніх стін, обґрунтування доцільності впровадження попередньої підсушки матеріалів, розрахунки впливу вологості на теплозахисні властивості конструкцій та оцінку економічної ефективності застосування інноваційних рішень. Запропоновані заходи спрямовані на підвищення енергоефективності, довговічності та експлуатаційної надійності стінових систем каркасно-монолітних будівель.

Результати роботи можуть бути використані проектними організаціями, будівельними компаніями та виробниками будівельних матеріалів для оптимізації технологій зведення та утеплення зовнішніх стін, а також під час прийняття економічно обґрунтованих рішень щодо впровадження сучасних технологій в будівництво.

Ключові слова: каркасно-монолітне будівництво, зовнішні стіни, споживні властивості, теплоізоляція, вологозахист, підсушка матеріалів, енергоефективність, економічна доцільність, «Біодрай Україна».

ЗМІСТ

ВСТУП 10

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ КАРКАСНО-МОНОЛІТНОГО БУДІВНИЦТВА ТА ВИМОГИ ДО ЗОВНІШНІХ СТІН 13

1.1. Особливості каркасно-монолітного будівництва в Україні 13

1.2. Функції та класифікація зовнішніх стін 19

1.3. Показники споживних властивостей: теплоізоляційність, звукоізоляція, вологозахист, довговічність 27

1.4. Проблеми забезпечення нормативних вимог до зовнішніх стін у сучасному будівництві 31

Висновки до розділу 1 35

РОЗДІЛ 2 МЕТОДИ ТА ОБ'ЄКТИ ДОСЛІДЖЕННЯ 37

2.1.Задачі дослідження 37

2.2.Методи дослідження фізико-механічних властивостей стінових матеріалів для заповнення зовнішніх стін у каркасно-монолітних спорудах 37

2.3. Методика визначення економічної ефективності 51

2.4. Обґрунтування вибору та характеристика об'єктів дослідження 53

Висновки до розділу 2 54

РОЗДІЛ 3. СТАН РИНКУ ІСНУЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ЗВЕДЕННЯ ЗОВНІШНІХ СТІН ТА ДОДАТКОВОЇ ПІДСУШКИ 55

3.1. Аналіз ринку сучасних матеріалів для заповнення зовнішніх стін у каркасно-монолітних спорудах 55

3.2. Аналіз впливу вологості матеріалів на споживні властивості стін 68

3.3. Аналіз ринку вітчизняних та зарубіжних технологій додаткової підсушки матеріалів 71

3.4 Позиція компанії «Біодрай Україна» на будівельному ринку України по впровадженню та ефективності рішень по сущці стін при монолітно-каркасному будівництві. Порівняння ефективності різних рішень 73

Висновки до розділу 3 79

РОЗДІЛ 4. ТОВАРОЗНАВЧО-ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ЗОВНІШНІХ СТІН НА ПРИКЛАДІ КОМПАНІЇ «БіодРАЙ Україна» (ФОП «Жученко Є.С») ТА ОЦІНКА ЇЇ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ 81

4.1.Технологія підвищення якості звнішніх стін на прикладі компанії «Біодрай Україна»- підприємства ФОП Жученко Є.С. 81

4.2 Характеристика зовнішніх стін будівлі 84

4.3. Пропозиція щодо впровадження технології попередньої підсушки матеріалів. 86
4.4. Розрахунок впливу підсушки на тепло- та вологозахисні властивості огороджувальних конструкцій 90
4.5 Розрахунок витрат на впровадження технології підвищення ефективності зовнішніх стін. 95
4.5.1 Порівняння собівартості 1 м² зовнішньої стіни до і після впровадження технології підвищення ефективності зовнішніх стін. 95
4.5.2.Оцінка економічної доцільності впровадження технології підвищення ефективності зовнішніх стін 98
Висновки до розділу 4 100
РОЗДІЛ 5. ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ ТА ОХОРОНА ПРАЦІ 102
5.1. Основи охорони праці в будівельній сфері 102
5.2 Вимоги безпеки при роботах зі стіновими матеріалами 103
5.3 Заходи щодо зменшення ризиків при використанні обладнання для підсушки 105
5.4 Екологічна безпека при впровадженні нових технологій 107
Висновки до розділу 5 108
ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ 110
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ 113
ДОДАТКИ 120
Додаток А Прайс-лист на продукцію газобетонні блоки ТОВ «Аерок» 120
Додаток Б Прайс-лист на продукцію поризовані керамічні блоки ТОВ «Карамейя» 121
Додаток В Сертифікат відповідності системи осушення Біодрай 122

ВСТУП

Актуальність теми. Впровадження в будівництво технології каркасно-монолітного спорудження будівель і споруд набирає все більшої популярності та расповсюдження. З огляду на зростаючі вимоги до енергоефективності, комфорту та довговічності будівель в умовах інтенсивної урбанізації та глобальних кліматичних змін, дослідження шляхів підвищення споживчих властивостей зовнішніх стін в каркасно-монолітному будівництві набуває особливої актуальності. Каркосно-монолітні конструкції, що вирізняються швидкістю зведення та економічною ефективністю, мають суттєвий недолік — потребують удосконалення зовнішньої оболонки для забезпечення оптимальних теплотехнічних, акустичних, експлуатаційних та екологічних характеристик.

Збільшення енергетичних тарифів та посилення нормативних вимог до енергоефективності зумовлюють необхідність пошуку інноваційних рішень для зовнішніх огороджувальних конструкцій. Виникає потреба в підвищенні паро- та вітрозахисту, вологостійкості, теплоопору та мінімізації теплових містків зовнішніх огорожувальних конструкцій. Також актуальним є використання екологічно безпечних матеріалів та адаптація конструкцій до конкретних кліматичних умов, що вимагає комплексного наукового обґрунтування та практичної валідації.

Об'єктом дослідження є зовнішні огороджувальні конструкції житлових і нежитлових будівель з каркасно-монолітним каркасом.

Предметом дослідження є сукупність конструктивних, матеріально-технологічних рішень та їх вплив на споживчі характеристики зовнішніх стін, зокрема: теплоізоляцію, пароізоляцію, вологозахист, звукоізоляцію, довговічність та екологічність.

Метою роботи є наукове обґрунтування та розробка комплексу техніко-технологічних та матеріально-конструктивних рішень, спрямованих

на поліпшення експлуатаційних властивостей зовнішніх стін у каркасно-монолітному будівництві, з акцентом на енергоефективності, довговічності та екологічній безпечності.

Для досягнення поставленої мети передбачається проведення аналізу наявних конструктивних рішень та будівельних матеріалів для теплоізоляції зовнішніх стін каркасно-монолітних будівель, індентифікації ключових факторів, що впливають на теплофізичні, гігрометричні та акустичні властивості огороджувальних конструкцій, проведення аналітичних та експериментальних досліджень для оцінки запропонованих рішень.Також планується проведення оцінки економічної доцільності та екологічної переваги від впровадження розроблених рішень та розробленя практичних рекомендації для проєктувальників та будівельних компаній.

У роботі використано комплекс взаємодоповнюючих **наукових методів** таких, як аналітичний, що включає в себе систематизацію та критичний аналіз науково-технічної літератури та нормативних документів; економічний - аналіз капітальних витрат та термінів окупності інвестицій; компаративний, де використовується порівняння альтернативних рішень за техніко-економічними та експлуатаційними показниками.

Наукова новизна дослідження полягає у комплексному підході до підвищення споживчих властивостей зовнішніх стін саме для каркасно-монолітних систем, враховуючи їхні унікальні конструктивні особливості та ефктивність використання данної технології в будівництві. Розроблено та науково обґрунтувано інноваційні композиційні схеми утеплення, що поєднують покращені теплофізичні характеристики з підвищеною стійкістю до вологи та біодеградації. Застосувано критерії оцінки життєвого циклу для конструкцій у контексті каркасно-монолітного будівництва.

Практичну апробацію запропонованих рішень проведено на базі компанії «БіодРай Україна», що забезпечує адаптацію методики до реальних технологічних умов. Практичне значення дослідження реалізується через: розробку практичних рекомендацій та робочих схем утеплення, придатних

для використання в будівельній та проєктній практиці; створення методик розрахунку теплотехнічних та вологових параметрів, що спрощує вибір оптимальних матеріалів; розрахунок економічної оцінки доцільності та очікуваної економії експлуатаційних витрат та підготовку матеріалів для впровадження на підприємстві-партнері, включаючи технічні рекомендації та можливі завдання для виробництва нових продуктів.

Робота була представлена на V1 Міжнародній міжнародно-практичній інтернет конференції «МАРКЕТИНГОВІ СТРАТЕГІЇ, ПІДПРИЄМНИЦТВО І ТОРГІВЛЯ: СУЧАСНИЙ СТАН, НАПРЯМКИ РОЗВИТКУ» з темою «Підвищення споживчих властивостей зовнішніх стін в каркасно-монолітному будівництві».

Структура дослідження. Робота складається зі вступу, п’яти розділів, висновків, списку літератури та додатків. Загальна кількість сторінок – 122.

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ КАРКАСНО-МОНОЛІТНОГО БУДІВНИЦТВА ТА ВИМОГИ ДО ЗОВНІШНІХ СТІН

1.1. Особливості каркасно-монолітного будівництва в Україні

Сучасне будівництво значною мірою спирається на технологію монолітно-каркасного зведення споруд, яка передбачає використання жорсткого несучого каркаса з залізобетону або сталі, що заповнюється різними огороджувальними матеріалами, такими як цегла, піноблоки чи скляні панелі. Цей метод дозволяє створювати міцні, довговічні та економічно ефективні будівлі, що зумовлює його широке застосування як у житловому, так і в комерційному секторі. Технологія монолітно-каркасного будівництва вважається одним із ключових векторів розвитку сучасної архітектури.

В Україні спостерігається зростання попиту на житло, збудоване за цією технологією. Монолітно-каркасні будинки приваблюють споживачів поєднанням надійності, довговічності та сучасних технологічних рішень, що забезпечує високий рівень комфорту. Однією з головних переваг є їхня конкурентоспроможна вартість порівняно з цегляним будівництвом, що робить їх більш доступними для широкого кола покупців.

На світовій арені монолітно-каркасні конструкції вже давно довели свою ефективність і довговічність, оскільки багато з них успішно експлуатуються понад сто років, зберігаючи свої початкові характеристики. Хоча для України ця технологія є відносно новою, вона швидко набуває популярності та завойовує довіру як серед забудовників, так і серед споживачів, що свідчить про її перспективність на вітчизняному ринку нерухомості.

Монолітно-каркасне будівництво є складним багатоетапним процесом, що вимагає ретельного дотримання технологічних регламентів на кожній стадії. Ця методологія забезпечує високу міцність, довговічність та архітектурну гнучкість споруди. Нижче подано аналіз ключових етапів зведення таких конструкцій.

Процес зведення розпочинається з розробки детального проєкту, що включає архітектурні, конструктивні та інженерні рішення. Проєктна документація визначає розташування об'єкта, типи інженерних комунікацій, а також специфіку каркаса і фундаментної основи. Після затвердження проєкту здійснюється підготовка будівельного майданчика, яка передбачає очищення території, нівелювання ґрунту та забезпечення доступу до інфраструктурних мереж.

Фундамент є основою, що гарантує стійкість і довговічність будівлі. Для монолітно-каркасних конструкцій, що піддаються значним навантаженням, переважно використовують плитний фундамент. Цей етап включає земляні роботи, армування та подальше бетонування монолітної плити.

Після завершення фундаментних робіт починається основний етап — монтаж монолітного каркаса. Він складається з вертикальних несучих колон і горизонтальних плит перекриття. Процес здійснюється шляхом послідовної установки опалубки, укладання арматурного каркаса та подальшого заливання бетону. Цей цикл повторюється для кожного наступного поверху до повного завершення несучої конструкції.

Після зведення каркаса простір між його елементами заповнюють стінами, використовуючи легкі матеріали, що забезпечують ефективну тепло- і звукоізоляцію, а також зменшують загальну масу будівлі. Наступним кроком є прокладання інженерних систем, таких як електропостачання, водопостачання, каналізація, вентиляція та опалення, відповідно до проєкту.

Фінальний етап включає зовнішні та внутрішні оздоблювальні роботи. Проводяться монтаж вікон і дверей, обробка фасадів, а також внутрішня обробка стін, стель і підлоги. Після завершення всіх робіт будівля проходить процедуру введення в експлуатацію та може використовуватися за призначенням.

Ця технологія будівництва дозволяє створювати енергоефективні та комфортні споруди завдяки використанню сучасних будівельних матеріалів і технологій [1].

Монолітно-каркасне будівництво зарекомендувало себе як ключова технологія в сучасній архітектурі та будівництві, завдяки своїм технічним та економічним перевагам. Цей метод забезпечує високу міцність, конструктивну гнучкість, швидкість реалізації проєктів та енергоефективність, що робить його оптимальним рішенням для житлових і комерційних об'єктів.

Конструктивно-архітектурна гнучкість.

Особливою перевагою монолітного будівництва є його виняткова архітектурна гнучкість. Відсутність капітальних опорних стін дозволяє архітекторам вільно планувати внутрішній простір, експериментувати з формою та розміром будівель, а також інтегрувати їх в існуючий міський ландшафт. Монолітні конструкції забезпечують безшовні поверхні, що спрощує оздоблювальні роботи та сприяє естетичному оформленню інтер'єрів. Ця технологія відкриває широкі можливості для створення унікальних об'єктів, що відповідають сучасним вимогам дизайну та функціональності.

Висотна забудова та ефективне використання простору.

Здатність зводити багатоповерхові споруди є однією з найважливіших характеристик монолітного будівництва, що особливо актуально в умовах дефіциту міської території. Цей метод дозволяє ефективно використовувати обмежені ділянки, збільшуючи щільність забудови та відповідаючи потребам урбанізації. Висотні монолітні будівлі демонструють підвищену стійкість до динамічних навантажень, включаючи сейсмічну активність, завдяки безшовній структурі, що забезпечує їхню безпеку та довговічність. Це робить технологію незамінною для будівництва житлових комплексів, офісних та багатофункціональних центрів у регіонах з високим ризиком природних катаклізмів.

Енергоефективність та теплоізоляція.

Монолітне будівництво вирізняється високими показниками енергоефективності. Ця властивість зумовлена низкою факторів.

Першим і найбільш значучим фактором є товщина та масивність стін. Значна товщина монолітних стін сприяє ефективному накопиченню тепла взимку та збереженню прохолоди влітку.

Другим фактором є відсутність "містків холоду", де цілісність монолітної конструкції, позбавленої швів і тріщин, запобігає втратам тепла, які характерні для інших методів будівництва.

Третій фактор - додаткові теплоізоляційні матеріали. Застосування сучасних ізоляційних матеріалів (наприклад, пінополістиролу або мінеральної вати) посилює теплозахисні властивості конструкцій.

Завдяки цим характеристикам знижуються витрати на опалення та кондиціонування, що робить монолітні споруди економічно вигідними в довгостроковій перспективі.

Оптимізація термінів і витрат.

Висока швидкість будівництва є ще однією значущою перевагою. Завдяки паралельному виконанню робіт із встановлення опалубки та бетонування значно скорочуються загальні терміни реалізації проєктів. Ця оптимізація будівельного циклу не лише прискорює введення об'єктів в експлуатацію, а й позитивно впливає на загальні економічні показники. Скорочення термінів зменшує операційні витрати, пов'язані з використанням робочої сили та орендою техніки, що підвищує рентабельність проєктів.

Міцність та довговічність.

Монолітно-каркасна технологія забезпечує виняткову міцність і довговічність конструкцій. Поєднання армованого бетону та сталевого каркаса надає будівлям високу стійкість до навантажень, включаючи сейсмічні, вітрові та механічні. Це гарантує надійність і тривалий термін експлуатації споруд. Довговічність матеріалів та знижені експлуатаційні

витрати роблять монолітне будівництво економічно вигідним у довгостроковій перспективі [2].

Таким чином, монолітно-каркасне будівництво є раціональним вибором для реалізації масштабних архітектурних проєктів, що відповідають сучасним вимогам надійності, естетики та енергоефективності.

Незважаючи на значні переваги монолітно-каркасного будівництва, ця технологія також має певні недоліки, що потребують уваги при плануванні та реалізації проєктів. Основними викликами є висока початкова вартість, проблеми зі звукоізоляцією та залежність якості від кваліфікації виконавців.

Економічні аспекти.

Одним із ключових недоліків монолітного будівництва є його висока початкова вартість. Це зумовлено кількома факторами:

— витратами на матеріали та обладнання, що включає високоякісні будівельні матеріали, а також спеціалізовану опалубку та техніку, придбання й обслуговування яких вимагає значних інвестицій;
— висока вартість робочої сили, тобто, технологічна складність процесу вимагає залучення висококваліфікованих інженерів та будівельників, що впливає на загальну кошторисну вартість проєкту.

Ці фактори роблять монолітні об'єкти дорожчими в порівнянні з будівлями, зведеними за іншими технологіями, що може обмежити доступність такої нерухомості для певних категорій споживачів.

Проблема звукоізоляції.

Масивні монолітні конструкції, попри свою міцність, демонструють недостатню звукоізоляцію. Бетон ефективно передає структурні та повітряні звукові коливання, що призводить до поширення шуму між приміщеннями та поверхами. Це особливо відчутно в багатоповерхових житлових будинках, де шум від сусідів може знижувати рівень комфорту мешканців. Вирішення цієї проблеми вимагає застосування додаткових звукоізоляційних матеріалів та спеціальних інженерних рішень на етапі проєктування.

Залежність якості від людського фактора.

Якість монолітного будівництва значною мірою залежить від професіоналізму та досвіду будівельної компанії. Належний контроль за дотриманням технологічних норм є критично важливим, оскільки навіть незначні помилки на ранніх етапах, зокрема під час заливки каркаса, можуть призвести до серйозних дефектів. Недотримання технології може спричинити утворення тріщин, деформацію конструкцій та інші проблеми, усунення яких потребує додаткових витрат. Це підкреслює важливість вибору надійного підрядника та забезпечення постійного технічного нагляду.

Вплив погодних умов.

Процес бетонування є чутливим до кліматичних умов. Роботи при низьких температурах вимагають використання спеціальних добавок та підігріву для запобігання замерзанню суміші, а в спекотну погоду — додаткових заходів для уникнення занадто швидкого висихання. Ці фактори можуть спричиняти затримки в будівництві та збільшувати загальні витрати проєкту.

Монолітно-каркасна технологія є передовим рішенням у сучасному будівництві, яке поєднує інноваційні методи з високою функціональністю. В Україні ця технологія набуває популярності завдяки своїм унікальним характеристикам, які відповідають вимогам міського та заміського будівництва. До таких характеристик можна віднести високу міцність і стійкість, конструктивну гнучкість та довговічність.Основою монолітно-каркасних будівель є армований сталевий каркас, який заливається бетоном, що і ствоює високу міцність. Ця конструкція здатна витримувати значні динамічні та статичні навантаження, забезпечуючи стійкість до сейсмічної активності. Оскільки стіни в таких будівлях не є несучими, архітектори отримують свободу для створення відкритих планувань та просторих приміщень з панорамними вікнами. Це забезпечує конструктивну гнучкість, що дозволяє втілювати сучасні дизайнерські ідеї, максимально використовуючи природне освітлення та простір. А використання якісних

будівельних матеріалів і надійної технології гарантує тривалий термін експлуатації споруд, що робить монолітно-каркасні будинки інвестиційно привабливим та довговічним рішенням.

Монолітно-цегляні будинки є гармонійним поєднанням міцності монолітного каркаса і традиційної естетики цегляної кладки. Цей гібридний підхід є популярним в Україні, оскільки він поєднує сучасні інженерні рішення з класичним дизайном.

Естетична привабливість. Зовнішня цегляна кладка надає будівлям класичний, солідний вигляд. Різноманітність кольорів і фактур цегли дозволяє створювати унікальні архітектурні образи, які легко інтегруються як у міську, так і в природну забудову.

Тепло- та звукоізоляція. Цегляні стіни забезпечують високі показники тепло- та звукоізоляції, що підвищує комфортність проживання. Цей матеріал також добре поєднується з іншими натуральними елементами, що сприяє гармонійному вигляду будинку.

Можливість реконструкції. Гнучкість у модифікації цегляних стін полегшує внесення змін у планування або додавання нових елементів, що робить такі будинки придатними для довгострокового використання.

Монолітно-цегляні будинки залишаються затребуваними, оскільки вони пропонують ідеальний баланс між сучасними інженерними рішеннями, довговічністю, комфортом та класичною естетикою, що відповідає запитам широкого кола споживачів [3].

1.2. Функції та класифікація зовнішніх стін

Зовнішні стіни, як ключовий елемент архітектурної оболонки будівлі, виконують багатоаспектні функції, що виходять далеко за межі простого розмежування простору. Їхня роль є критичною для забезпечення безпеки, комфорту, енергоефективності та естетичної цінності споруди. Розглянемо основні функції зовнішніх стін у розрізі сучасного будівництва.

У багатьох будівельних технологіях зовнішні стіни виконують несучу функцію, розподіляючи навантаження від перекриттів, покрівлі та інших конструктивних елементів на фундамент. Ця функція є особливо важливою в будівлях з несучими стінами (наприклад, з цегли чи блоків), де стіни є частиною основної силової конструкції. На відміну від каркасних систем, де навантаження передається через колони і балки, в будинках з несучими стінами саме зовнішні стіни забезпечують структурну цілісність та стійкість споруди.

Зовнішні стіни є першим і найважливішим бар'єром між внутрішнім середовищем будівлі та зовнішніми кліматичними умовами, таким чином вони виконують захисну функцію. Вони забезпечують захист від атмосферних опадів, вітрових навантажень та температурних коливань.

Сучасні зовнішні стіни проєктуються з урахуванням високих вимог до енергозбереження. Їхня основна мета — мінімізувати теплообмін між внутрішнім та зовнішнім простором. Це забезпечує теплоізоляційну та енергоефективну функцію, що досягається завдяки:

— використанню матеріалів з низьким коефіцієнтом теплопровідності;

— багатошаровій конструкції;

— герметизації.

Ефективна теплоізоляція зовнішніх стін сприяє значному зниженню витрат на опалення та кондиціонування, що є ключовим аспектом сталого будівництва.

Зовнішні стіни також виконують роль акустичного бар'єра, захищаючи внутрішній простір від зовнішнього шуму (транспорт, промисловість, міська активність). Ця функція особливо важлива для житлових, офісних та освітніх будівель, розташованих у щільно забудованих міських районах. Досягнення високої звукоізоляції забезпечується масивністю матеріалів, багатошаровістю конструкції та герметичністю.

Зовнішні стіни є основним елементом, який формує архітектурний вигляд будівлі та виконує естетичну функцію. Вибір матеріалу, кольору,

текстури та форми стін визначає загальну естетику споруди, її стиль та гармонійне поєднання з навколишнім середовищем. Сучасні технології дозволяють використовувати різноманітні матеріали (від класичної цегли та штукатурки до скла, металу та композитних панелей), що відкриває безмежні можливості для дизайнерських рішень [4].

Зовнішні стіни повинні відповідати строгим нормам пожежної безпеки. Вони мають бути виготовлені з негорючих або важкогорючих матеріалів, а також перешкоджати поширенню вогню по фасаду. Ця функція є критично важливою для забезпечення безпеки людей та збереження майна у разі пожежі.

Таким чином, зовнішні стіни — це не просто огороджувальні конструкції, а складні інженерні системи, що виконують цілий комплекс взаємопов'язаних функцій: несучу, захисну, теплоізоляційну, звукоізоляційну, естетичну та протипожежну. Їх проєктування та будівництво вимагають глибокого розуміння фізичних процесів та застосування сучасних технологій для забезпечення надійності, комфорту та енергоефективності споруди.

Зовнішні стіни будівель є визначальним елементом огороджувальних конструкцій, які забезпечують просторову сталість споруди, формують її архітектурно-художній образ та створюють необхідні умови для комфортної експлуатації внутрішнього середовища. Вони поєднують у собі несучі, огороджувальні та захисні функції, впливають на енергоефективність будівлі, рівень звукоізоляції та довговічність конструктивної системи загалом.

Різноманітність функціональних завдань, які виконують зовнішні стіни, а також широке коло матеріалів і технологій їх спорудження обумовлюють необхідність науково обґрунтованої класифікації. Такий підхід дозволяє впорядкувати існуючі типи стін за конструктивними, технологічними, теплотехнічними та експлуатаційними ознаками, що є важливим для прийняття раціональних проектних рішень, спрямованих на підвищення ефективності сучасного будівництва.

Класифікація – це система, в якій об'єкти організовані відповідно до певного принципу, базуючись на спільних класифікаційних ознаках (одній або кількох властивостях), що використовуються для визначення їхньої схожості або відмінностей [5].

Залежно від конструктивної ролі та функціонального призначення, стінові конструкції в будівництві класифікуються на три основні категорії: несучі стіни, самонесучі стіни та не несучі стіни.

Несучі стіни

Несучі стіни є ключовими конструктивними елементами, оскільки вони безпосередньо сприймають і передають вертикальні навантаження від верхніх поверхів, перекриттів та покрівлі (даху) до фундаменту споруди.

Необхідність витримувати значні статичні та динамічні навантаження обумовлює їхні ключові характеристики:

— висока надійність та міцність;
— максимальна товщина серед усіх типів стін, що визначається інженерними розрахунками відповідно до розрахункового навантаження;
— вирішальна роль у забезпеченні стійкості та загальної надійності будівельної конструкції.

При проєктуванні будівництва, особливо приватних об'єктів, критично важливим є врахування не лише типу конструкцій, але й усіх видів навантажень, що впливають на несучі стіни.

Несучі стіни поділяються на:

— зовнішні - виконують функцію підтримки навантажень від верхніх конструкцій та даху, а також забезпечують зовнішній контур будівлі;
— внутрішні - слугують для підтримки власної маси, перегородок та розподілу навантажень від перекриттів всередині будівлі.

Опорні стіни піддаються впливу двох основних видів навантажень: вертикальних та горизонтальних. Вертикальні навантаження спричинені власною вагою стіни, вагою перекриттів, експлуатаційними навантаженнями

(меблі, люди, обладнання). Горизонтальні навантаження в свою чергу иникають внаслідок дії вітрового навантаження, а також розпору, що передається від кроквяної конструкції даху.

Самонесучі стіни

Самонесучі стіни зводяться на власному фундаменті, проте, на відміну від несучих, вони не сприймають суттєвих навантажень від конструкцій верхніх поверхів. Їхнє функціональне призначення обмежується несенням власної ваги та забезпеченням просторового розділення.

До конструктивних особливостей самонесучих стін відноситься помірна товщина, яка відповідає виключно їхньому функціональному призначенню та інженерним розрахункам для самонесіння. Використовуються, головним чином, для створення внутрішніх перегородок та функціонального зонування простору. Можуть також застосовуватися для підтримки локальних вертикальних навантажень у випадках обмеженості або відсутності інших опорних елементів.

Правильне проєктування та розміщення самонесних стін сприяє ефективному використанню простору, забезпечуючи гнучкість в упорядкуванні приміщень та їхньому призначенні, що підвищує адаптивність будівлі до потреб експлуатації.

Ненесучі стіни

Ненесучі стіни (або навісні/перегородки) розміщуються всередині приміщень і спираються на елементи будівельного каркаса (перекриття). Їхнє головне завдання полягає виключно в підтриманні власної маси без передачі значних вертикальних чи горизонтальних навантажень на фундамент чи нижні конструкції.

Завдяки своїй конструкції не несучі стіни мають найменшу товщину серед усіх видів стін, що зумовлено їхніми обмеженими функціональними вимогами. Перегородки широко використовуються для створення інтер'єрів з відкритим простором та розділення приміщення на окремі функціональні зони (наприклад, кухня, вітальня, спальня). Та забезпечують можливість

реалізації різноманітних архітектурних рішень та гнучкість у плануванні будівлі, спираючись на інші елементи каркаса і не впливаючи на загальну стійкість конструкції.

Вибір конструктивного рішення зовнішньої стіни є визначальним фактором, що впливає на її теплотехнічну ефективність, трудомісткість зведення та кінцеву вартість. В умовах сучасного будівництва, яке вимагає досягнення високих стандартів енергозбереження, конструкції стін еволюціонували від простих однорідних систем до складних багатошарових комплексів. Класифікація за будовою дозволяє систематизувати ці рішення на основі розподілу функцій між окремими конструктивними шарами, що є основою для детального інженерного розрахунку та вибору оптимальної технології.

Класифікація за будовою включає одношарові та багатошарові стіни. Одношарові стіни складаються з одного конструктивного матеріалу (наприклад, поризована кераміка, автоклавний газобетон), який одночасно виконує функції несучої основи та теплозахисту. Вибір матеріалу критично залежить від його коефіцієнта теплопровідності. В свою чергу багатошарові (складні) стіни складаються з декількох шарів матеріалів, які виконують роздільні функції:

— несучий шар (забезпечення міцності);

— теплоізоляційний шар;

— захисно-декоративний шар (забезпечення довговічності та естетики) [6].

Класифікація за видом основного матеріалу включає кам’яні, монолітні та збірні, дерев’яні стіни та панельні конструкціїю

Кам'яні (цегляні) стіни зведені з керамічної або силікатної цегли. Керамічна цегла — надійний і довговічний будівельний матеріал. Вона характеризується високою міцністю та вогнестійкістю. Керамічна цегла також відмінно утримує тепло, що робить її ефективною для створення теплоізольованих стін. Силікатна цегла виготовляється з піску й вапна за

допомогою високотемпературного оброблення. Вона вирізняється легкістю та високою стійкістю до впливу довкілля. Силікатна цегла добре теплоізолює та допомагає утримувати вологу.

Монолітні та збірні стіни виконані з важкого або легкого бетону. До легких видів бетону відносятся піно- й газоблоки, що є легкими матеріалами, виготовленими з пористого бетону або газобетону. Вони відмінно теплоізолюють і мають невелику вагу. Ці блоки легко обробляються та можуть використовуватися для швидкого будівництва.

Дерев'яні стіни – це каркасні, брусові або клеєно-брусові конструкції.

Панельні конструкції включають сендвіч-панелі та великогабаритні елементи заводського виготовлення.

Вимоги до функціональності та конструктивних рішень зовнішніх стін регламентуються чинними будівельними нормами, що обумовлює необхідність комплексного теплотехнічного, статичного та акустичного розрахунку на етапі проектування [7].

Також стіни класифікують за слідуючими ознаками: за місцем розташування та за конструкцією і способом спорудження (рис. 1.1) [8].



Рис. 1.1 Класифікація стін за ознаками

Так само як і стіни збірні системи мають свою класифікацію. Відповідно до ДСТУ Б В.2.6-34:2008 «Конструкції будинків і споруд. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Класифікація і загальні технічні вимоги збірні системи» класифікують за конструктивними ознаками за класами та підкласами (таблиця 1.1) та у залежності від

конструкції та матеріалу несучої частини стіни, матеріалу теплоізоляційного шару системи (таблиця 1.2) [9].

Таблиця 1.1

Класи та підкласи збірних систем

Класи	Найменування класів	Найменування підкласів
Клас А	Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією та опорядженням штукатуркою	А.1 З опорядженням тонкошаровими штукатурками А.2 З опорядженням товстошаровими штукатурками А.3 З опорядженням дрібнорозмірною плиткою
Клас Б	Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією та опорядженням цеглою	Б.1 З опорядженням керамічною цеглою Б.2 З опорядженням силікатною цеглою Б.3 З опорядженням пресованим каменем
Клас В	Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією з вентильованим повітряним прошарком та опорядженням індустріальними елементами	В.1 З опорядженням керамічними плитами В.2 З опорядженням плитами з природного каменю В.3 З опорядженням металевими дрібноштучними та крупнорозмірними панелями В.4 З опорядженням плитами з цементно-волокнистих матеріалів В.5 З опорядженням композитними алюмінієвими матеріалами В.6 З опорядженням виробами із дрібнозернистого бетону В.7 З опорядженням полімербетонними панелями В.8 З опорядженням ламінованими панелями В.9 З опорядженням керамогранітом В.10 З опорядженням іншими індустріальними елементами
Клас Г	Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією та опорядженням прозорими елементами	Г.1 З опорядженням склом будівельним Г.2 З опорядженням склом загартованим будівельним Г.3 З опорядженням склом з енергозберігаючим покриттям Г.4 З опорядженням склом сонцезахисним Г.5 З опорядженням склом фасадним з нанесеним емалевим покриттям Г.6 З опорядженням склом візерунковим Г.7 З опорядженням склом армованим Г.8 З опорядженням ламінованим склом (триплексом) Г.9 З опорядженням склом, забарвленим у масі Г.10 З опорядженням гідрофобним склом Г.11 З опорядженням іншими типами скла, що дозволені для застосування у будівництв

Таблиця 1.2

Класифікація збірних систем за конструктивними елементами

Класи	За сприйняттям стіною навантажень в конструктивній схемі будинку	За матеріалом стіни	За матеріалом теплоізоляційного шару
Клас А	1 Несучі 2 Самонесучі 3 Навісні	1 Із цегли 2 Із монолітного або збірного залізобетону, керамзитобетону 3 З блоків із важких бето- нів, у т.ч. із порожнечами 4 З блоків із легкого конструктивного бетону	З плит із базальтової вати З плит зі скляного штапельного волокна З плит із спінених полімерних матеріалів або торкретаційного шару З блоків із легких бетонів
Клас Б			З плит із базальтової вати З плит зі скляного штапельного волокна З плит із спінених полімерних матеріалів З блоків із легких бетонів
Клас В			З плит із базальтової вати З плит зі скляного штапельного волокна
Клас Г	2 Самонесучі 3 Навісні	1 З комбінованим світлопрозорим фасадом 2 З суцільним світлопро-зорим фасадом	З плит із базальтової вати З плит зі скляного штапельного волокна З плит із спінених полімерних матеріалів З блоків із легких бетонів Зі склопакетів З подвійним склінням

1.3. Показники споживних властивостей: теплоізоляційність, звукоізоляція, вологозахист, довговічність

Споживчі властивості товару являють собою сукупність характеристик, які виявляються в процесі його споживання чи експлуатації і спрямовані на задоволення матеріальних і культурних потреб користувача.

Зазвичай, споживчі властивості мають комплексний характер (наприклад, ергономічність, надійність, безпека продукції) і формуються завдяки взаємодії множини простіших (елементарних) властивостей. Саме ці

властивості детермінують споживчу вартість товару (його корисність та цінність для індивіда) [10].

Зовнішні стіни, як основні огороджувальні конструкції будівлі, володіють низкою комплексних споживчих властивостей, які визначають їхню функціональність та експлуатаційну цінність для користувача. Розглянемо наступні властивості зовнішніх стін: теплоізоляція, звукоізоляція, вологозахист та довговічність.

Теплоізоляція - здатність стінової конструкції мінімізувати втрати тепла в холодний період та запобігати перегріву в теплий. Це безпосередньо впливає на витрати енергії на опалення та кондиціонування [11].

Теплова інерційність - здатність стіни акумулювати теплову енергію та згладжувати добові коливання температури внутрішнього повітря.

Відсутність "містків холоду"- властивість конструкції забезпечувати однорідний термічний опір по всій площі, запобігаючи локальному промерзанню та утворенню конденсату.

Вологостійкість - здатність стіни запобігати інфільтрації зовнішньої вологи (дощу, танення снігу) та водночас забезпечувати контрольоване виведення надлишкової водяної пари з приміщення (дихання стін), що є запорукою відсутності плісняви та грибка [12].

Водонепроникність бетону є фундаментальною експлуатаційною характеристикою, яка кількісно визначає опір матеріалу проникненню води під тиском. Ця властивість має вирішальне значення для забезпечення довговічності та конструктивної стійкості будівельних елементів, особливо тих, що експонуються постійному впливу агресивних водних середовищ.

Рівень водонепроникності бетону класифікується за маркою (W), яка складається з літерного позначення "W" та числового індексу в діапазоні від 2 до 20. Числове значення відповідає максимальному тиску води (в атмосферах), який здатний витримати стандартизований зразок матеріалу без ознак просочування.

W2 - характеризує мінімальний рівень вологостійкості. Бетон цього класу потребує обов'язкового застосування додаткових гідроізоляційних заходів або обмежується використанням у сухих умовах експлуатації.

W4 - відповідає середньому рівню захисту від вологи. Водопоглинання бетону W4 може сягати до 5,7% від його власної маси, що вважається нормальною, але обмеженою проникністю. Застосування цього класу доцільне в конструкціях із помірними вимогами до вологозахисту та відсутністю значного гідростатичного тиску. У деяких випадках може вимагати додаткової гідроізоляції.

W6 - широко використовується в житловому, цивільному та промисловому будівництві. Спроможність не пропускати воду під тиском до 6 атмосфер свідчить про підвищений ступінь опору проникненню води. Показник водопоглинання для бетону W6 знаходиться в межах від 4,2% до 4,7%.

W8 - застосовується для конструкцій із високими вимогами до водонепроникності. Межа водопоглинання для цього класу складає до 4,2% від об'єму матеріалу. Зменшене водопоглинання безпосередньо залежить від зниження пористості та кількості капілярних каналів у бетонній структурі: менша кількість порожнин для акумулювання вологи забезпечує вищі показники вологостійкості.

W10 і вище - використовуються для спеціалізованих гідротехнічних споруд (дамб, резервуарів), транспортної інфраструктури (мостів, тунелів) та інших критичних об'єктів, які піддаються постійному значному впливу води та тиску [13].

Ступінь пористості бетону є ключовим структурним фактором, що прямо корелює зі здатністю води проникати в його масив. Зі зростанням пористості збільшується ймовірність водопроникнення.

Крім того, водонепроникність тісно взаємопов'язана з морозостійкістю матеріалу. Інфільтрація води у пористу структуру та її подальше замерзання

спричиняють розширювальні напруження, що призводять до деструкції бетонного матриксу.

Врахування класу водонепроникності є обов'язковою інженерною вимогою при проектуванні та будівництві, особливо в умовах критичних температурно-вологісних режимів, що забезпечує надійну та тривалу експлуатацію будівельних об'єктів.

Звукоізоляція - здатність конструкції знижувати рівень зовнішнього шуму, забезпечуючи акустичний комфорт мешканців. Визначальною характеристикою звукоізоляції є коефіцієнт звукопоглинання (αр). Його діапазон знаходиться в межах 0-1, де «1» – це максимальний захист від зайвого шуму [14].

Довговічність - здатність стіни зберігати свої експлуатаційні властивості протягом встановленого терміну служби під впливом кліматичних факторів (цикли заморожування/відтавання, УФ-випромінювання) [15].

Будівельні норми і правила поділяють будинки по довговічності на чотири ступені:

I - термін служби більш 100 років;

II - від 50 до 100 років;

III - від 20 до 50 років;

IV - від 5 до 20 років.

Отже, властивості стін не можуть розглядатися ізольовано. Оптимальне проектування вимагає комплексного підходу та збалансованого поєднання усіх перелічених показників з урахуванням функціонального призначення будівлі, кліматичних умов та економічної доцільності. Вибір матеріалів та конструктивних рішень має бути спрямований на досягнення максимальної довговічності, енергоефективності та комфорту.

1.4. Проблеми забезпечення нормативних вимог до зовнішніх стін у сучасному будівництві

Відповідність зовнішніх стінових конструкцій чинним будівельним нормативам є першочерговим завданням у сучасному будівництві, яке безпосередньо визначає довговічність, енергетичну ефективність та експлуатаційну надійність будівель. Зовнішні стіни виконують комплекс функцій — конструктивну, теплоізоляційну, звукоізоляційну, вологозахисну та естетичну. Таким чином, будь-яке відхилення від встановлених вимог щодо вибору матеріалів чи технології зведення критично впливає на загальну якість будівельного об'єкта.

Однією з домінантних причин порушень є необґрунтований вибір будівельних матеріалів, які не відповідають нормативним критеріям за міцністю, вологостійкістю та теплопровідністю.

Силікатна цегла характеризується високою щільністю та, відповідно, низькими теплоізоляційними показниками. Досягнення нормативного опору теплопередачі, (R), вимагає значного збільшення товщини стіни або обов'язкового застосування додаткового зовнішнього утеплення. Крім того, підвищена гігроскопічність та обмежена стійкість до вологи та температурних коливань сприяють формуванню висолів і прискорюють деструкцію кладки.

Газобетонні блоки володіють відмінними теплоізоляційними характеристиками, проте їх високий коефіцієнт водопоглинання (гігроскопічність) детермінує необхідність ретельного захисту від атмосферних опадів. Порушення герметизації зовнішніх шарів спричиняє зволоження матеріалу, що призводить до зниження його міцності та термічного опору, (R). Додатковим обмеженням є низька межа міцності на стиск, що обмежує їх застосування у висотному будівництві.

Резюмуючи, вибір матеріалів без комплексного врахування кліматичних умов та експлуатаційних навантажень є провідним чинником

відхилень від нормативних показників довговічності та енергоефективності стінових огороджувальних конструкцій.

Другою значною групою проблем є технологічні дефекти, що виникають під час зведення стін. Вони, як правило, спричинені недостатньою кваліфікацією виконавців або відсутністю належного технічного нагляду (контролю якості) на об'єкті.

Ключові технологічні порушення:

— Недотримання правил перев'язки. Неправильне з'єднання елементів кладки порушує монолітність та несучу спроможність конструкції, створюючи зони концентрації напружень.
— Відсутність контролю геометрії. Недостатній моніторинг вертикальності та горизонтальності стін призводить до перекосів, тріщиноутворення та деформацій конструктивного елемента.
— Недостатній вологозахист. Помилки у технології гідроізоляції, некоректне виконання примикань або використання несертифікованих герметиків спричиняють акумуляцію вологи в тілі стіни, що провокує руйнування матеріалу внаслідок циклів заморожування-відтавання.

Головною причиною появи дефектів та невідповідності чинним будівельним нормам є відсутність інтегрованого підходу до контролю якості на всіх фазах зведення конструкцій.

Ігнорування вимог до матеріалів та технологій зведення зовнішніх стін має комплекс негативних технічних та економічних наслідків.

По-перше, ігнорування вимог може призвести до зниження енергоефективності. Недостатня теплоізоляція стін викликає надмірні втрати теплової енергії, що значно збільшує експлуатаційні витрати на опалення та кондиціонування.

Другим наслідком може стати деструкція та дефекти. Неправильний вибір матеріалів або порушення технологічних регламентів призводить до тріщиноутворення, вивітрювання розчинових швів, відшарування оздоблення та зниження несучої здатності.

Третім і не менш важливим економічним наслідком стане збільшення витрат на будівництво. Необхідність збільшення товщини стін або додаткове утеплення для досягнення нормативних теплотехнічних показників підвищує загальну вартість конструкції.

Для забезпечення сталої відповідності зовнішніх стін нормативним вимогам необхідно впровадити такі заходи:

1. Здійснити ретельний вибір матеріалів на основі комплексного аналізу кліматичних параметрів регіону та призначення будівлі.
2. Дотримуватися технології будівництва на всіх етапах, включаючи геометричний контроль та контроль якості з'єднань.
3. Застосовувати інноваційні системи утеплення з високими показниками паропроникності та вологостійкості.
4. Підвищити кваліфікації будівельного персоналу та регулярне здійснення незалежного технічного нагляду за виконанням робіт.

Проблеми забезпечення нормативних вимог до зовнішніх стін є системними і переважно пов'язані з невірним матеріалознавчим вибором, порушенням технологічної дисципліни та низьким рівнем будівельної культури на виробництві. Усунення цих недоліків можливе виключно через інтегрований підхід, який включає вдосконалення нормативно-правової бази, посилення контролю якості матеріалів, підвищення рівня професійної підготовки та широке впровадження енергоефективних технологій, що відповідають принципам сталого розвитку.

Якість і надійність зовнішніх стінових конструкцій регулюється комплексом нормативно-технічних документів, що визначають вимоги до проєктування, матеріалів, теплоізоляції, вологості та енергоефективності. Основними є наступні документи.

ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція будівель» встановлює нормативні значення опору теплопередачі (R) для зовнішніх стін залежно від кліматичного району України. Документ визначає методику розрахунку приведеного опору теплопередачі, умови вологості експлуатації, допустимі

значення тепловтрат через огороджувальні конструкції. Для Києва (I кліматична зона) мінімальний опір теплопередачі для зовнішніх стін повинен становити не менше 4,0 м²·К/Вт. Також встановлюються вимоги до забезпечення паропроникності, щільності та повітронепроникності конструкцій [16].

ДБН В.2.6-162:2010 «Конструкції будинків і споруд. Кам'яні та армокам'яні конструкції» регламентує вимоги до міцності, морозостійкості, щільності та вологостійкості цегли, блоків і розчинів, що використовуються при зведенні заповнення зовнішніх стін каркасних будівель. Документ встановлює мінімальні значення міцності на стиск, марки за морозостійкістю (не менше F35–F50) та водопоглинання, що не перевищує нормативні межі [17].

ДБН В.2.6-98:2009 «Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення» застосовується для проектування несучого каркасу будівлі. Визначає вимоги до бетонів та арматури, контроль міцності, тріщиностійкості, деформативності та довговічності залізобетонних елементів. Для монолітно-каркасного будівництва важливим є забезпечення адгезії між каркасом і заповнювальними стінами, що регулюється цим документом [18].

ДСТУ 9208:2022 «Бетони важкі. Технічні умови» застосовується для важкого бетону на основі цементного в'яжучого. Встановлює технічні вимого для бетонів та бетонних сумішей, а також технічні вимоги для сировинних матеріалів, правила прийому та методи контролю, гарантії виробника [19].

ДСТУ Б В.2.7-45:2010 «Матеріали будівельні. Блоки з ніздрюватих бетонів» визначає параметри газобетонних і пінобетонних блоків: марку за густиною, міцністю на стиск, морозостійкістю та вологопоглинанням. Також регламентує їх використання у конструкціях зовнішніх стін, умови влаштування пароізоляційного шару [20].

Висновки до розділу 1

У ході дослідження теоретичних основ каркасно-монолітного будівництва та вимог до зовнішніх стін встановлено, що дана конструктивна система є однією з найперспективніших у сучасному будівництві України завдяки поєднанню високої міцності, архітектурної гнучкості та технологічної ефективності. Каркасно-монолітні споруди дозволяють реалізовувати складні архітектурні рішення, скорочувати терміни зведення об’єктів і забезпечувати тривалий термін їх експлуатації.

Зовнішні стіни в таких будівлях виконують не лише огороджувальну, але й захисну, теплоізоляційну та естетичну функції, що обумовлює необхідність їх раціональної класифікації за конструктивними, матеріальними та теплотехнічними ознаками. Класифікація дозволяє обґрунтовано обирати оптимальні рішення залежно від умов експлуатації, архітектурного типу будівлі та вимог до енергоефективності.

До основних споживних властивостей зовнішніх стін належать теплоізоляційність, звукоізоляція, вологозахист і довговічність. Ці показники визначають рівень комфортності внутрішнього мікроклімату та економічність експлуатації споруди. Забезпечення нормативних параметрів споживних властивостей є ключовою умовою підвищення енергоефективності та довговічності каркасно-монолітних будівель.

Водночас, у сучасній практиці зведення спостерігаються суттєві проблеми забезпечення нормативних вимог, серед яких — неправильний вибір матеріалів, порушення технології виконання робіт, недостатній контроль якості та недотримання вимог до захисту від вологи. Ці фактори знижують енергоефективність, спричиняють передчасне старіння конструкцій і збільшують вартість будівництва.

Отже, теоретичний аналіз свідчить, що ефективне забезпечення експлуатаційних і нормативних вимог до зовнішніх стін у каркасно-монолітному будівництві можливе лише за умови комплексного підходу — поєднання раціонального вибору матеріалів, дотримання технологічних

процесів, впровадження сучасних систем утеплення та підвищення якості контролю на всіх етапах будівництва. Це створює наукове підґрунтя для подальших досліджень і практичних заходів, спрямованих на підвищення споживних властивостей зовнішніх стін.

РОЗДІЛ 2 МЕТОДИ ТА ОБ'ЄКТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1.Задачі дослідження

В результаті аналізу літературних даних було визначено наступні задачі дослідження:

1. Вивчити теоретичні основи каркасно-монолітного будівництва.
2. Вивчити технічні та експлуатаційні характеристики сучасних матеріалів для заповнення зовнішніх стін.
3. Визначити методи оцінки показників міцності, теплопровідності, вологостійкості та морозостійкості матеріалів.
4. Проаналізувати стан ринку існуючих технологій та матеріалів для зведення зовнішніх стін та додаткової підсушки.
5. Проаналізувати практичний досвід упровадження та експлуатації технології «БіоДрай» в умовах відсутності або порушення функціональності горизонтальної гідроізоляції підошви будівель.
6. Розрахувати економічну ефективність запропонованих заходів з покращення споживних властивостей стінових матеріалів.
7. Обґрунтувати вибір об'єкта дослідження та провести його характеристику з урахуванням реальних умов виробництва.
8. Визначити практичну цінність впровадження запропонованих рішень для монолітно-каркасного будівництва.

Відповідно до поставленої мети дослідження — удосконалення конструктивних і технологічних рішень із підвищення споживних властивостей зовнішніх стін каркасно-монолітних будівель було вирішено основні задачі дослідження.

2.2.Методи дослідження фізико-механічних властивостей стінових матеріалів для заповнення зовнішніх стін у каркасно-монолітних спорудах

Для дослідження властивостей матеріалів, що використовуються у заповненні зовнішніх стін каркасно-монолітних будівель, застосовувався

комплекс лабораторних і аналітичних методів, які регламентуються чинними нормативними документами України.

Сфера застосування методів визначення середньої густини, водопоглинання та водонепроникності, а також норми, порядок відбору проб для виготовлення зразків і правила приймального контролю повинні бути чітко регламентовані у відповідних стандартах, технічних умовах на бетонні та залізобетонні вироби, а також у робочих кресленнях монолітних конструкцій.

Зразки, призначені для випробування бетонів, можуть мати як правильну, так і неправильну геометричну форму. Визначення середньої густини, вологості, водопоглинання, пористості та водонепроникності бетону здійснюється шляхом випробування зразків, які можуть бути виготовлені з робочої бетонної суміші або випиляні, вибурені чи виламані з готових виробів і конструкцій.

Для виробничого контролю середня густина бетонів на пористих заповнювачах і ніздрюватих бетонів визначається випробуванням зразків правильної геометричної форми, які також використовуються для визначення міцності.

Водонепроникність бетонів визначається випробуванням зразків-циліндрів, які можуть бути спеціально виготовлені або вибурені з конструкцій чи елементів споруд.

Випробування необхідно проводити у приміщеннях, де підтримується температура повітря (25±10)℃ та відносна вологість (60±10) %. Перед початком випробувань зразки, матеріали та реактиви повинні бути витримані до досягнення ними температури приміщення.

Слід використовувати посуд, прилади та інструменти, виготовлені з хімічно інертних матеріалів, що не взаємодіють із в’яжучими компонентами і реактивами. Засоби вимірювання, обладнання та пристрої повинні відповідати вимогам стандарту та бути перевірені (атестовані, повірені) в установленому порядку.

Похибка засобів контролю не повинна перевищувати:

— при зважуванні матеріалів та води – 1,0 г.

— при вимірюванні об'єму води - 0,5 см^3 .

Точність визначення параметрів зразків:

1. Маса зразків визначається з похибкою, що не перевищує 0,1%.
2. Лінійні розміри зразків-кубів і циліндрів визначаються з похибкою, що не перевищує 0,1 мм.
3. Об'єм зразків неправильної геометричної форми визначається з похибкою, що не перевищує 1 %.

Зразки висушують до постійної маси в електрошафі при температурі (105±10)℃ .Висушування вважається завершеним, якщо різниця між двома послідовними зважуваннями (з інтервалом не менше двох годин) не перевищує допустимої похибки.

Вихідні дані та результати випробувань зразків необхідно заносити до журналу випробувань, на підставі якого показники властивостей бетону включаються до паспорта або іншого документа про якість бетону.

Номінальні розміри зразків правильної геометричної форми, а також методи їх виготовлення, випилювання і вибурювання з виробів і конструкцій повинні відповідати вимогам.

При визначенні середньої густини, вологості, водопоглинання та пористості не допускається випробування зразків, з яких були вилучені зерна крупного заповнювача. Для зразків, призначених для визначення водонепроникності, з бетонної суміші необхідно видаляти зерна заповнювача розміром більше (величина пропущена у вихідному тексті).

Метод визначення міцності на стиск — згідно з ДСТУ Б В.2.7-187:2009. Міцність оцінюється шляхом прикладання до зразка поступово зростаючого навантаження до моменту руйнування. Даний показник визначає довговічність та несучу здатність матеріалу.

Мінімальний об'єм зразків неправильної геометричної форми (вибурених або виламаних з виробів) залежить від найбільшого розміру фракції заповнювача (табл..2.1)

Таблиця 2.1

Мінімальний об'єм зразків неправильної геометричної форми

Розмір фракції, мм	Найменший об'єм зразка, дм3
Більше 5 до 20 включно	1
Більше 20 до 40 включно	3
Більше 40 до 80 включно	8

Зразки виготовляють і випробовують серіями. Стандартна серія складається з трьох зразків.

Для визначення середньої густини і вологості бетону допускається серія з двох зразків, якщо вони одночасно використовуються для визначення міцності бетону.

Серія зразків для визначення водонепроникності повинна складатися з шести зразків.

Основними методами є:

1. Метод визначення щільності (густини) бетону. Щільність впливає на вагу конструкції, теплопровідність і навантаження на несучі елементи каркасу.

Для проведення випробування застосовують такі засоби вимірювання та допоміжне обладнання:

— Ваги технічні .

— Шафа сушильна, що забезпечує температурний режим (105±10)°С.

— Штангенциркуль.

— Лінійки сталеві.

— Ексикатор.

— Об'ємомір або гідростатичні ваги .

— Хлористий кальцій безводний або сірчана кислота густиною 1,84 г/см^3

— Парафін.

Середню густину бетону визначають шляхом випробування зразків у стані природної вологості або в нормованому вологому стані, який може бути: сухим, повітряно-сухим, нормальним або водонасиченим.

При визначенні середньої густини в стані природної вологості, зразки випробовують негайно після відбору або зберігають у паронепроникному пакуванні чи герметичній тарі. Об'єм тари має не більше ніж удвічі перевищувати об'єм розміщених у ній зразків.

Середню густину бетону при нормованому вологому стані визначають випробуванням зразків із нормованою або природною вологістю з подальшим перерахунком отриманих результатів на нормовану вологість.

Вологі стани зразків

Сухий стан. Зразки висушують до постійної маси згідно з вимогами.

Повітряно-сухий стан. Зразки перед випробуванням витримують не менше 28 діб у приміщенні при температурі (25±10)℃ та відносній вологості повітря (60 ±10) %.

Нормальні вологі умови. Зразки зберігають 28 діб у камері нормального твердіння, ексикаторі або іншій герметичній посудині за відносної вологості повітря не менше 95% та температури (20 ±5) ℃

Водонасичений стан. Зразки насичують водою відповідно з вимогами.

Об'єм зразків правильної форми обчислюють за їхніми геометричними розмірами, які визначають лінійкою або штангенциркулем із похибкою не більше ніж зазначено в нормативних документах.

Об'єм зразків неправильної форми визначають за допомогою об'ємоміра або гідростатичного зважування за методикою, викладеною в стандаті.

Масу зразків визначають зважуванням із похибкою відповідно до стандарту.

Середню густину бетону $\rho_м$ зразка з вологістю в момент випробування Wм визначають із похибкою до 1кг/м^{3}за формулою:

$$\rho = \frac{m}{V} \qquad (2.1)$$

де:

m — маса зразка, кг;

V — об'єм зразка, м^3.

Середню густину бетону серії зразків визначають як середнє арифметичне значення результатів випробування всіх зразків серії.

Якщо густина і міцність визначаються на однакових зразках, при розрахунку середньої густини не враховується густина тих зразків, які були відбраковані під час визначення міцності.

Середню густину бетону при нормованому вологому стані $\rho_н$ визначають за формулою:

$$\rho_н = \rho_м \frac{1+\frac{W_н}{100}}{1+\frac{W_м}{100}} \qquad (2.2)$$

де:

$\rho_н$ — нормована середня густина бетону, кг/м^3;

$\rho_м$— середня густина бетону при вологості Wм, кг/м^3;

$W_н$— нормована вологість бетону, %;

$W_м$— вологість бетону в момент випробування, %.

Журнал випробувань повинен містити такі обов'язкові графи:

1. Маркування зразків.
2. Дата випробування, вік бетону.
3. Вологий стан зразка в момент випробування.

2. Метод визначення вологості.

Для проведення випробування використовуються наступні засоби вимірювання та допоміжне обладнання:

1. Ваги лабораторні.
2. Шафа сушильна, що забезпечує підтримання температури (105±10)℃.
3. Ексикатор.
4. Деко.
5. Кальцій хлористий.

2. Підготовка та послідовність проведення випробування

2.1 Визначення об'єкта випробування

Вологість бетону визначається шляхом випробування підготовлених зразків або проб, які можуть бути отримані подрібненням зразків після їхнього випробування на міцність, або безпосередньо відібрані з готових виробів чи конструкцій.

Максимальний розмір подрібнених шматків бетону повинен відповідати наступним критеріям:

Для важких бетонів та бетонів на пористих заповнювачах – не повинен перевищувати максимального розміру зерен заповнювачів.

Для дрібнозернистих бетонів (включно з ніздрюватими та силікатними) – не повинен перевищувати 5 мм.

Із подрібненого матеріалу шляхом квартування відбирають усереднену пробу мінімальною масою:

Для важких бетонів та бетонів на пористих заповнювачах – 1000 г.

Для ніздрюватих, силікатних і дрібнозернистих бетонів – 100 г.

При здійсненні виробничого контролю вологості бетону в готових бетонних і залізобетонних виробах допускається проведення випробування проб меншої маси, за умови дотримання вимог відповідних нормативних документів на ці вироби.

Подрібнення та зважування зразків (проб) слід виконувати негайно після їхнього відбору. У разі неможливості негайного проведення випробування, матеріал необхідно зберігати у паронепроникному пакуванні

або герметичній тарі, об'єм якої не повинен перевищувати об'єму вміщених зразків більше ніж у два рази.

Підготовлені проби або зразки спочатку зважують, а потім поміщають до сушильної шафи й висушують до постійної маси відповідно до вимог.

Перед повторним зважуванням проби (зразки) повинні бути охолоджені до кімнатної температури. Охолодження здійснюється в ексикаторі з безводним хлористим кальцієм або безпосередньо у сушильній шафі. Зважування виконується згідно з вимогам.

Сорбційна вологість важкого бетону, бетону на пористих заповнювачах та силікатного бетону визначається згідно з методикою, регламентованою стандартом.

При цьому маса проби важкого бетону та бетону на пористих заповнювачах встановлюється залежно від найбільшого розміру фракції заповнювача згідно з таблицею 2.2.

Таблиця 2.2

Маса проби залежно від розміру фракції

Розмір фракції, мм	Маса проби, г
Більше 5 до 20 включно	100
Більше 20 до 40 включно	200
Більше 40 до 80 включно	500

Вологість бетону окремої проби Wм за масою, виражена у відсотках, обчислюється з точністю до 0,1% за формулою:

$$W_m = \frac{m_в - m_с}{m_с} \times 100 \qquad (2.3)$$

де:

$m_в$ – маса проби (зразка) бетону до сушіння, г;

$m_с$ – маса проби (зразка) бетону після сушіння (постійна маса), г.

Вологість бетону окремої проби Wo за об'ємом, виражена у відсотках, обчислюється з точністю до 0,1% за формулою:

$$W_o = W_m \times \frac{\rho_с}{\rho_в} \qquad (2.4)$$

де:

W_m– вологість бетону проби (зразка) за масою, %;

$\rho_с$– середня густина сухого бетону, г/см^3;

$\rho_в$ – середня густина води, що приймається як 1 г/см^3.

Вологість бетону серії проб (зразків) визначається як середнє арифметичне значення результатів визначення вологості для всіх окремих проб (зразків) цієї серії.

Результати випробування повинні бути зареєстровані у журналі. Журнал повинен містити наступні обов'язкові графи:

1. Маркування зразків.
2. Місце і час відбору проб.
3. Вік бетону і дата випробувань.
4. Вологість бетону проб (зразків) і серій за масою.
5. Вологість бетону проб (зразків) і серій за об'ємом.

3. Метод визначення водопоглинання. Зразки занурюють у воду, фіксують приріст маси, що дозволяє оцінити вологостійкість і придатність матеріалу для експлуатації у вологих або змінних кліматичних умовах.

Для проведення випробування необхідно застосовувати наступні засоби вимірювання та допоміжне обладнання:

1. Ваги лабораторні.
2. Ваги для гідростатичного зважування.
3. Шафа сушильна, що забезпечує підтримання температури (105±10)℃.
4. Посудина для насичення зразків водою.
5. Дротяна щітка або абразивний камінь для очищення.

Водопоглинання бетону визначають шляхом випробування зразків. Розміри та необхідна кількість зразків встановлюються відповідно до вимог.

Поверхня зразків повинна бути ретельно очищена від пилу, бруду та слідів мастила за допомогою дротяної щітки або абразивного каменю.

Випробування зразків допускається проводити у двох станах:

1. Природна вологість.
2. Висушені до постійної маси.

Зразки розміщують у посудині, наповненій водою. Рівень води має перевищувати верхній рівень зразків приблизно на 50 мм. Зразки слід розміщувати на прокладках, забезпечуючи мінімальну висоту розміщення (призми та циліндри розташовують на бік). Температура води у посудині повинна підтримуватись у межах (20 ± 2)℃..

Зважування зразків проводиться через кожні 24 години їхнього перебування у воді. Використовуються лабораторні ваги або ваги для гідростатичного зважування.

При зважуванні на лабораторних вагах зразки, вийняті з води, попередньо обтирають віджатою вологою тканиною. Масу води, що витекла з пор зразка на чашу ваг, необхідно додавати до маси насиченого зразка.

Випробування триває доти, доки результати двох послідовних зважувань не будуть відрізнятися не більше ніж на 0,1%.

Зразки, що випробовувалися у стані природної вологості, після завершення процесу водонасичення підлягають висушуванню до постійної маси.

Визначення водопоглинання бетону також може здійснюватися шляхом кип'ятіння зразків у випадках, передбачених нормативними документами (технічними умовами) на бетонні та залізобетонні вироби або робочими кресленнями на монолітні конструкції.

Водопоглинання бетону окремого зразка за масою Wмас, виражене у відсотках, обчислюється з точністю до 0,1% за формулою:

$$W_{\text{мас}} = \frac{m_{\text{с}} - m_{\text{в}}}{m_{\text{в}}} \times 100 \qquad (2.5)$$

де:

$m_с$ – маса висушеного зразка, г;

$m_в$– маса водонасиченого зразка, г.

Водопоглинання бетону окремого зразка за об'ємом Wоб, виражене у відсотках, обчислюється з точністю до 0,1% за формулою:

$$W_{об} = W_{мас} \times \frac{\rho_с}{\rho_в} \quad (2.6)$$

де:

Wмас – водопоглинання бетону окремого зразка за масою, %;

$\rho_с$– середня густина сухого бетону, кг/м^3;

$\rho_в$– середня густина води, що приймається як 1000 кг/м^3.

Водопоглинання бетону серії зразків визначається як середнє арифметичне значення результатів, отриманих для окремих зразків у цій серії.

Результати випробування підлягають реєстрації у журналі. Журнал повинен містити наступні обов'язкові графи:

1. Маркування зразків.
2. Вік бетону та дата випробувань.
3. Водопоглинання зразків бетону.
4. Водопоглинання серії зразків бетону.

4. Метод визначення пористості. Стандарт встановлює методи визначення показників пористості за результатами визначення середньої густини, водопоглинання та сорбційної вологості бетонів.

Для визначення об'єму відкритих некапілярних пор бетону (об'єму міжзернових порожнин) зразки насичують водою протягом 24 год, потім витримують 10 хв на решітці, після чого визначають їх об'єм в об'ємомірі.

Об'єм пор бетону серії зразків Пп у відсотках визначають із похибкою до 0,1 % за формулою:

$$Пп = \left[\frac{\rho_б - \rho_м}{\rho_б}\right] \times 100 \quad (2.7)$$

Де $\rho_б$ - питома густина подрібненого в порошок бетону, визначена за допомогою пікнометра або приладу Ле - Шательє, кг/м3;

$\rho_м$- середня густина сухого бетону в серії зразків, кг/м3.

Об'єм відкритих капілярних пор бетону в серії зразків ПО у відсотках визначають за формулою:

$$По = Wo \qquad (2.8)$$

де Wo - об'ємне водопоглинання бетону в серії зразків, %

Об'єм відкритих некапілярних пор бетону в окремих зразках (об'єм міжзернових порожнин) Пмз у відсотках за об'ємом визначають за формулою:

$$Пмз = \frac{V-V_1}{V} \times 100 \qquad (2.9)$$

де V - об'єм зразка, $см^3$:

V1 - об'єм зразка, після водонасичення, $см^3$.

Об'єм відкритих некапілярних пор бетону в серії зразків визначають, як середнє арифметичне значення результатів випробувань всіх зразків у серії.

Об'єм умовно-закритих пор бетону в серії зразків ПЗ у відсотках визначають за формулою:

$$ПЗ = Пп - По - Пмз \qquad (2.10)$$

де Пп - об'єм пор бетону серії зразків, %;

По - об'єм відкритих капілярних пор бетону в серії зразків, %;

Пмз - об'єм відкритих некапілярних пор бетону в окремих зразках, %.

Показник мікропористості бетону серії зразків Пмк визначають за формулою:

$$Пмк = \frac{W_G}{П_о + П_{мз}} \qquad (2.11)$$

Де W_G - сорбційна вологість бетону в серії зразків при відносній вологості повітря від 95 % до 100 %, % за об'ємом;

$П_о$- об'єм відкритих капілярних пор бетону в серії зразків, %;

$П_{мз}$ - об'єм відкритих некапілярних пор бетону в окремих зразках, %.

Показники середнього розміру пор і однорідності розмірів пор у бетоні визначають за кінетикою водопоглинання бетону.

5. Метод визначення водонепроникності.

Висоту контрольних зразків бетону в залежності від розмірів фракції заповнювача допускається призначати відповідно до таблиці 2.3.

Таблиця 2.3

Висота зразків в залежності від розміру фракції

Розмір фракції, мм	Найменша висота зразка, мм
Більше 0 до 5 включно	30
Більше 5 до 10 включно	50
Більше 10 до 20 включно	100

Торцеві поверхні зразків перед випробуванням очищують від поверхневої плівки цементного каменя та слідів ущільнювального складу металевою щіткою або іншим інструментом.

Для проведення випробувань застосовують:

- установку будь-якої конструкції, що має не менше шести гнізд для кріплення зразків, яка забезпечує можливість подавання води до нижньої торцевої поверхні зразків при зростаючому її тиску, а також можливість спостереження за станом верхньої торцевої поверхні зразків;

- циліндричні форми для виготовлення зразків бетону із внутрішнім діаметром і висотою 150; 100; 50; 30.

- воду.

Виготовлені зразки зберігають у камері нормального твердіння за температури (20 ± 5) °С і відносної вологості повітря не менше 95 %.

Перед випробуванням зразки витримують у приміщенні лабораторії протягом доби. Діаметр відкритих торцевих поверхонь бетонних зразків повинен бути не менше. Зразки в обоймі встановлюють у гнізда установки для випробування і надійно закріплюють.

Тиск води підвищують ступенями по 0,2 МПа протягом від 1 хв до 5 хв і витримують на кожному ступені протягом часу, зазначеного в таблиці 2.4. Випробування проводять доти, поки на верхній торцевій поверхні зразка з'являться ознаки фільтрації води у вигляді крапель або мокрої плями.

Таблиця 2.4

Залежність витримки часу на кожному ступені від висоти зразка

Висота зразка, мм	150	100	50	30
Час витримування на кожному ступені, год	16	12	6	4

Водонепроникність кожного зразка оцінюють максимальним тиском води, за якого ще не спостерігалося її просочування крізь зразок. Водонепроникність серії зразків оцінюють максимальним тиском води, за якого на чотирьох із шести зразків не спостерігалося просочування води.

Марку бетону за водонепроникністю приймають згідно з таблицею 2.5.

Таблиця 2.5

Марка бетону в залежності від витриманого тиску води

Водонепроникність серії зразків, МПа	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2
Марка бетону за водонепроникністю	W2	W4	W6	W8	W10	W12

У журналі відповідно повинні бути передбачені наступні графи:

- маркування зразків;
- вік бетону й дата випробувань;
- значення водонепроникності окремих зразків і серії зразків.

6. Метод визначення морозостійкості. Зразки піддаються циклічному заморожуванню та відтаванню, після чого оцінюється зниження міцності. Показник морозостійкості визначає довговічність матеріалу в умовах українського клімату [21].

Усі методи дослідження спрямовані на визначення основних експлуатаційних характеристик матеріалів, що застосовуються у виробничій діяльності «Біодрай Україна».

2.3. Методика визначення економічної ефективності

Оцінка економічної доцільності впровадження технології додаткової підсушки стін (попередньої сушіння матеріалу) виконується шляхом порівняння витрат на впровадження з отриманими економічними вигодами під час зведення зовнішніх огороджувальних конструкцій каркасно-монолітних будинків.

Економічна доцільність попередньої сушки визначається шляхом порівняння загальних витрат без сушки та загальних витрат із вушкою, включаючи як прямі, так і непрямі (приховані) витрати [22].

$$E = \mathrm{C}_{\text{без}} - \mathrm{C}_{\text{з}} \qquad (2.12)$$

Розрахунок загальних витрат без попередньої сушки ($\mathrm{C}_{\text{без}}$)

Цей сценарій припускає, що стінові матеріали монтуються з високою початковою вологістю, що є типовим для складського зберігання або транспортування [23].

$$\mathrm{C}_{\text{без}} = \mathrm{C}_{\text{М}} + \mathrm{C}_{\text{ПС}} + \mathrm{C}_{\text{ДВ}} + \mathrm{C}_{\text{екс}} \qquad (2.13)$$

Де:

$\mathrm{C}_{\text{М}}$ – вартість матеріалу, грн.;

$\mathrm{C}_{\text{ПС}}$ – приховані втрати від простоїв та затримки (час простою бригад, витрати на утримання будівельного майданчика), грн.;

$\mathrm{C}_{\text{ДВ}}$ – витрати на виправлення дефектів, грн;

$\mathrm{C}_{\text{екс}}$ – додаткові експлуатаційні витрати (короткострокові).

Розрахунок загальних витрат із попередньою сушкою ($\mathrm{C}_{\text{з}}$)

Цей сценарій включає додаткові витрати на процес сушки, але значно зменшує непрямі втрати [24].

$$\mathrm{C}_{\text{з}} = \mathrm{C}_{\text{М}} + \mathrm{C}_{\text{суш}} + \mathrm{C}_{\text{зб}} - D_{\text{NPV}} \qquad (2.14)$$

Де:

$C_М$ – вартість матеріалу, грн;

$C_{суш}$ – прямі витрати на сушку, грн;

$C_{зб}$ – зменшені непрямі витрати, грн;

D_{NPV} – дохід від прискорення (дисконтований), грн;

Розрахунок витрат на сушку ($C_{суш}$) визначається через необхідну кількість енергії для видалення надлишкової вологи.

Визначення різниці вологи [25]:

$$W = W_{поч} - W_{цiл} \quad (2.15)$$

Де:

$W_{поч}$ — фактична вологість матеріалу, %.

$W_{цiл}$ — оптимальна вологість для монтажу/оздоблення, %.

Для розрахунку фактичних витрат на сушку потрібно врахувати наступні фактори:

— Для випаровування 1 кг води потрібно приблизно 2,5-3,0 кВт·год теплової енергії [26].

— Потрібно розрахувати загальну потребу в енергії ($E_{заг}$) для всього обсягу матеріалу, для цього вологість подається у кг/м^3

Отже, фактичні витрати витрати розраховуються наступним чином:

$$C_е = \frac{E_{заг}}{\eta} \times Тариф \quad (2.16)$$

Де:

η — ККД сушильного обладнання (завжди менше 1).

Врахування прискореного доходу (NPV)

Попередня сушка скорочує час між завершенням моноліту та початком оздоблення, що зменшує загальний термін будівництва ($T_{скор}$).

NPV - це чистий дисконтований дохід, тобто оцінка додаткового грошового потоку від ранньої реалізації об'єкта. Якщо об'єкт введено в

експлуатацію на $T_{\text{скор}}$ місяців раніше, то дохід (R) надходить раніше. Дисконтування – це різниця в дисконтованій вартості цього доходу при термінах T та $T_{\text{скор}}$ [27].

$$D_{\text{NPV}} = \frac{R}{(1+r)^T} - \frac{R}{(1+r)^{T-T_{\text{скор}}}} \qquad (2.17)$$

Де:

r — ставка дисконтування (вартість капіталу),

T — початковий термін.

Якщо E > 0, тобто економія від скорочення термінів, зменшення дефектів та прискорений дохід перевищують витрати на сушку, то попередня сушка є економічно доцільною.

2.4. Обґрунтування вибору та характеристика об’єктів дослідження

Для проведення дослідження було обрано компанію «Біодрай Україна» (ФОП Жученко Є.С.), яка спеціалізується на осушенні стін будівлі за допомогою системи Біодрай передбачає повну нейтралізацію першоджерела (електромагнітних хвиль), що призводить до зупинки небажаного руху води вгору і повернення води під дією гравітації назад, у ґрунт, за рахунок чого і відбувається природне осушення кладки стіни до необхідного (природного) рівня.

Компанія «Біодрай Україна» активно впроваджує сучасні технології у співпраці з будівельними підрядниками, які займаються зведенням житлових комплексів за каркасно-монолітною схемою.

Дослідження охоплюватиме порівняння властивостей матеріалів та аналіз їхньої поведінки під впливом вологості та температурних коливань. Також розрахунок економічної доцільності використовувати попередню сушку матеріалів у будівництві.

Висновки до розділу 2

У другому розділі визначено основні задачі дослідження, охарактеризовано методи визначення фізико-механічних властивостей матеріалів, розроблено методику економічної оцінки ефективності та наведено характеристику об’єкта дослідження.

Встановлено, що застосування сучасних технологій компанії «Біодрай Україна» (ФОП Жученко Є.С.) забезпечує підвищення енергоефективності, довговічності та експлуатаційної надійності зовнішніх стін каркасно-монолітних будівель.

Отримані результати формують науково-практичну основу для подальших досліджень, які будуть представлені у третьому та четвертому розділах роботи.

Спосіб осушення стін будівлі за допомогою системи Біодрай передбачає повну нейтралізацію першоджерела, що призводить до зупинки небажаного руху води вгору і повернення води під дією гравітації назад, у ґрунт, за рахунок чого і відбувається природне осушення кладки стіни до необхідного рівня.

РОЗДІЛ 3. СТАН РИНКУ ІСНУЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ЗВЕДЕННЯ ЗОВНІШНІХ СТІН ТА ДОДАТКОВОЇ ПІДСУШКИ

3.1. Аналіз ринку сучасних матеріалів для заповнення зовнішніх стін у каркасно-монолітних спорудах

Монолітно-каркасне будівництво - це спосіб зведення будівель, при якому несучу конструкцію формує залізобетонний каркас. Основу такого каркасу складають вертикальні (колони) та горизонтальні (ригелі, перекриття) елементи. Після спорудження каркасу зовнішні та внутрішні стіни зводяться з легких заповнювачів (газоблок, піноблок, цегла тощо) або за допомогою монолітного бетонування з використанням опалубки.

Сучасний ринок матеріалів для заповнення стін у монолітно-каркасному будівництві представлений кількома основними групами, які конкурують за показниками вартості, теплоефективності, швидкості монтажу та довговічності. Найбільш поширеними на ринку будівництва є газобетон, керамічна цегла, силікатна цегла та монолітний бетон.

Газобетонні блоки є лідером за популярністю завдяки оптимальному співвідношенню ціни, ваги та теплоізоляційних властивостей. Керамічна цегла – це традиційний матеріал, який використовується у вигляді повнотілої або ефективної (порожнистої) цегли, а також великоформатних поризованих блоків (керамоблоків). Силікатна цегла - матеріал на основі вапна та піску, що має високу міцність, але значну теплопровідність і вагу. У контексті заповнення стін монолітний бетон використовується рідше як окремий матеріал заповнення, зазвичай він є частиною несучого каркаса, але може застосовуватися для створення діафрагм жорсткості або при використанні незнімної опалубки [28].

Для об'єктивної оцінки доцільності використання того чи іншого матеріалу в каркасно-монолітному будівництві необхідно проаналізувати їхні ключові технічні та економічні показники (додатки А-Б) (табл.. 3.1).

Таблиця 3.1

Основні технічні та економічні показники стінових матеріалів

Характеристика	Газобетон (D500-D600)	Керамічні крупноформатні блоки	Керамічна цегла (ефективна)	Силікатна цегла (повнотіла)	Монолітний бетон
Густина, кг/м³	400-600 (Низька)	800-1000 (Середня)	1000-1400 (Середня)	1600-1800 (Висока)	2000-2500 (Дуже висока)
Теплопровідність, Вт/(м·°С)	0,10-0,14 (Найнижча)	0,16-0,18 (Низька)	0,35-0,50 (Середня)	0,70-0,80 (Висока)	1,7-2,0 (Дуже висока)
Міцність (клас)	B2.5-B5.0 (Достатня)	M75-M175 (Висока)	M100-M150 (Висока)	M150-M200 (Дуже висока)	B15-B30 (Винятково висока)
Водопоглинання	20-25% (Високе, потребує захисту)	10-15% (Середнє)	6-15% (Середнє/ Низьке)	6-12% (Низьке)	4-8% (Низьке)
Швидкість монтажу	Висока (великий розмір блоків)	Висока (великий розмір блоків)	Середня (залежить від розміру)	Середня/ Низька	Низька (потребує опалубки)
Необхідність утеплення	Зазвичай мінімальне / невеликий шар	Мінімальне	Обов'язкове	Обов'язкове (значний шар)	Обов'язкове (значний шар)
Сейсмостійкість	Добре (низька вага)	Добре	Добре	Добре (висока міцність)	Відмінно (як частина каркасу)
Вартість 1 м³	3030-3585 грн	3300-4347 грн	3300-3500 грн	1500-2500 грн	2050-3680 грн

Як і будь-який матеріал, кожен матеріал для заповнення зовнішніх стін у каркасно-монолітних спорудах має свої переваги та недоліки.

Газобетонні блоки. До переваг можна віднести найкращі теплоізоляційні властивості серед порівнюваних матеріалів, що дозволяє економити на додатковому утепленні, низька вага, яка в свою чергу зменшує навантаження на каркас і фундамент, висока швидкість монтажу за рахунок великих розмірів блоків та відносно низька вартість. До недоліків - високе водопоглинання, менша міцність на вигин порівняно з цеглою. Тому на сьогодні газобетон є лідером ринку для заповнення зовнішніх стін у каркасних будинках, особливо в поєднанні з зовнішнім утепленням [29].

Керамічна цегла та керамоблоки до переваг відносться висока міцність, добра звукоізоляція, екологічність та висока морозостійкість. Керамоблоки мають також відносно непогані теплоізоляційні властивості (за рахунок поризованої структури та порожнин). Вища теплопровідність, вища вартість, повільніший монтаж порівняно з газобетоном – недоліки що властиві для керамічної цегли. Є досить актуальною для проєктів, де міцність, довговічність та традиційний вигляд матеріалу є пріоритетом, а також у вигляді великоформатних керамоблоків для прискорення робіт [30].

Силікатна цегла має дуже високу міцність, відмінну звукоізоляцію та низьке водопоглинання. Як властивості має найгірші теплоізоляційні показники (потребує значного шару утеплювача), високу вагу та несе значне навантаження на каркас. Рідко використовується для зовнішнього заповнення через потребу в масивному утепленні, частіше застосовується для внутрішніх несучих стін або міжквартирних перегородок, де важлива звукоізоляція та міцність [31].

Перевагами монолітного бетону є максимальна міцність, довговічність, монолітність (відсутність швів), відмінна основа для зовнішнього оздоблення. Недоліками - найвища теплопровідність, висока вага, складність та тривалість монтажу та висока вартість. Через свої властивості використовується не як матеріал заповнення в чистому вигляді, а як частина конструктивної схеми, наприклад, у незнімній опалубці з ефективним утеплювачем, або для жорстких вузлів.

На сучасному ринку матеріалів для заповнення зовнішніх стін у каркасно-монолітному будівництві спостерігається чітка тенденція до використання легких та енергоефективних матеріалів [32].

Газобетон та керамоблоки забезпечують необхідний рівень теплоізоляції з меншими витратами на додаткове утеплення та знижують загальну вагу будівлі, тому й займають домінантну позицію на ринку.

Усі матеріали для зовнішніх стін вимагають додаткового утеплення для відповідності сучасним будівельним нормам щодо опору теплопередачі. Однак, чим "тепліший" матеріал заповнення, тим тонший шар утеплювача необхідний, що підтверджує тенденцію фокусу на ефективності.

Завдяки низькій вартості 1 м³ та високій швидкості кладки, газобетон часто виявляється найбільш економічно доцільним рішенням для забудовника.

Питання звукоізоляції часто вирішується за допомогою додаткових внутрішніх перегородок, оскільки стіни заповнення не завжди мають достатні показники, особливо газобетон. Керамічна та силікатна цегла мають кращі початкові характеристики звукоізоляції.

Вибір матеріалу для заповнення зовнішніх стін у каркасно-монолітному будівництві найчастіше зводиться до компромісу між теплоефективністю та вартістю. Газобетон є найбільш популярним та економічно вигідним рішенням, тоді як керамічні блоки пропонують кращу міцність та екологічність при дещо вищій вартості. Силікатна цегла та монолітний бетон використовуються рідше або для специфічних конструктивних рішень.

Після значного падіння у 2022 році, український будівельний ринок демонструє ознаки адаптації та відновлення. У 2023 році спостерігалося зростання обсягу будівельних робіт на 28%, а у 2024 році позитивна динаміка зберігається, хоча темп зростання сповільнився. Це безпосередньо впливає на обсяги споживання стінових матеріалів [33].

Історично українські виробники покривають значну частину попиту на стінові матеріали, забезпечуючи близько 75–80% загального обсягу ринку цегли та блоків.

Виробничі потужності більшості підприємств, включаючи заводи з виготовлення цементу (як ключового компонента для монолітного бетону та газобетону), поступово відновлюють обсяги, наближаючись до довоєнних максимумів.

Обсяги виробництва та споживання стінових матеріалів вимірюються у фізичних одиницях і демонструють домінування енергоефективних та економічних рішень (табл.. 3.2) [34].

Таблиця 3.2

Обсяги ринку стінових матеріалів та основні його тенденції

Матеріал	Обсяг ринку у 2024 році	Основні тенденції
Керамічна цегла	306 млн. од	Зростання ємності ринку цегли на 18,5% у 2024 р., висока частка імпорту (20-25%).
Силікатна цегла	204 млн. од	Зростання ємності ринку цегли. Високий попит для внутрішніх стін завдяки високій міцності та звукоізоляції.
Крупноформатний керамічний блок	~1 млн. $м^3$	Активне зростання популярності як теплоефективної альтернативи для заповнення зовнішніх стін. Конкуренція газобетону завдяки меншому ризику усадки.
Газобетон (блоки)	4,5 млн. $м^3$	Лідер за популярністю у каркасно-монолітному будівництві завдяки швидкості кладки та теплоефективності. Виробники вийшли на беззбиткову роботу у 2023 році.
Монолітний бетон	~7,97 млн тонн	Обсяги споживання залежать від загальної активності каркасно-монолітного будівництва та відбудови інфраструктури.

У контексті каркасно-монолітного будівництва функція стін обмежується переважно огороджувальною та теплоізоляційною, оскільки несуче навантаження сприймається залізобетонним каркасом. Відповідно, ключовими критеріями для вибору матеріалів заповнення зовнішніх стін є їхні теплотехнічні характеристики, питома вага (для мінімізації навантаження на несучі конструкції) та економічна ефективність монтажу.

На основі аналізу будівельних проєктів та експертних оцінок встановлено орієнтовне відсоткове співвідношення використання основних матеріалів для заповнення зовнішніх стін у новому житловому та комерційному будівництві України (див. рис. 3.1):

Газобетонні блоки займають домінуючу частку ринку. Це обумовлено оптимальним поєднанням низької теплопровідності, що забезпечує високу енергоефективність конструкції, малої питомої ваги, яка знижує навантаження на фундамент та каркас, і високої швидкості кладки, що сприяє економії трудових ресурсів та скороченню термінів будівництва.

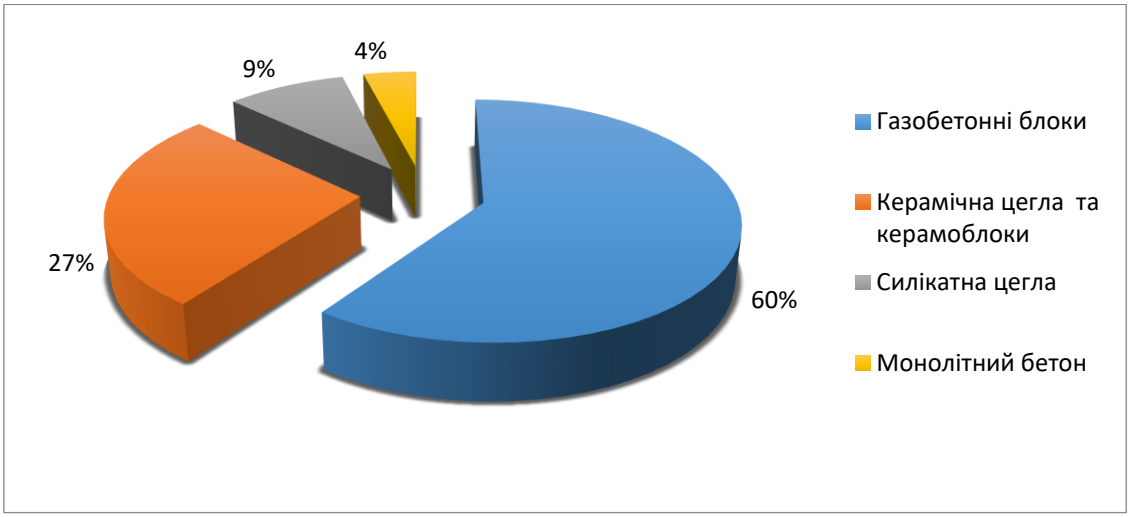


Рисунок 3.1. Розподіл співвідношення використання матеріалів для заповнення зовнішніх стін

Керамічна цегла та керамоблоки утримують стабільну частку. Їхнє використання зумовлене високою міцністю, довговічністю та покращеними показниками звукоізоляції. Зокрема, великоформатні поризовані керамічні

блоки (керамоблоки) є прямими конкурентами газобетону за параметром швидкості монтажу.

Силікатна цегла посідає низьку частку у сегменті зовнішнього заповнення. Її застосування обмежується високою густиною та значною теплопровідністю, що вимагає застосування масивного шару утеплювача. Відповідно, силікатна цегла частіше використовується для внутрішніх міжквартирних стін, де пріоритетом є звукоізоляція та міцність.

Монолітний бетон застосовується епізодично, переважно як елемент незнімної опалубки або для вузькоспеціалізованих конструктивних рішень.

Таким чином, газобетон наразі є лідером ринку матеріалів для заповнення зовнішніх стін у каркасно-монолітному будівництві завдяки оптимальному співвідношенню економічної ефективності та відповідності сучасним вимогам енергозбереження.

На ринку газобетону в Україні представлена продукція українського та іноземного виробництва.

Галузь газобетону зазнала значного падіння на початку війни частково через призупинення та окупацію потужностей ключових виробників та падіння будівельного ринку [35]. Додатковими факторами падіння ємності ринку стало зниження імпорту газобетону (табл. 3.3).

Таблиця 3.3

Обсяги ринку газобетону України в грошових показниках 2019- пп. 2023 рр.

Показник	2019	2020	2021	2022	пп. 2023
Ємність ринку, млн. грн.	4855,02	6102,15	6323,88	3290,73	1195,01
Темп приросту, %		26%	4%	-48%	

На ринку представлені наступні основні види газобетонних блоків (див. рис. 3.2):

— U-блоки: використовуються для формування перемичок над віконними та дверними прорізами, монолітних армопоясів та в якості опор під елементи перекриття.

— Блоки з системою «паз-гребінь/гладкий блок» (D300, D400, D500): основний обсяг продукції, призначений для зведення внутрішніх та зовнішніх стін.

— Перегородкові блоки (D400, D500): застосовуються для будівництва стінових перегородок, а також зовнішніх стін будівель заввишки до 5 поверхів.

— Блоки з плоскими гранями (D300, D400, D500): призначені для кладки несучих стін або використання в якості утеплювальних шарів.

— Теплоізоляційні блоки (Energy D150): використовуються виключно як плити зовнішнього утеплювача несучої стіни з газобетону.

У 2022 році найбільшим попитом користувалися газобетонні блоки D500, тоді як попит на теплоізоляційні блоки Energy був найменшим. У І півріччі 2023 року попит на блоки D500 зберігся, проте асортимент пропонованих товарів значно скоротився. Це є прямим наслідком тимчасового припинення діяльності великих виробничих потужностей, зокрема підприємств ТОВ «Енерджі Продакт» та ТОВ «Аерок», через воєнні дії.

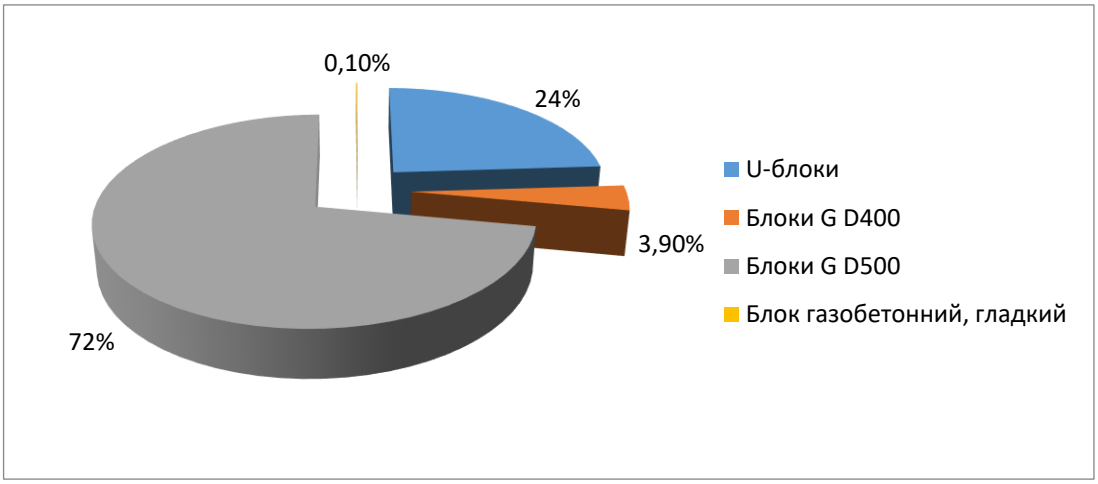


Рис. 3.2. Розподіл газобетонних блоків за видами на ринку України

Незважаючи на статус України як одного з найбільших виробників газобетону в Європі, експортується лише незначна частка обсягу виробництва. Основними чинниками, що обмежують експорт, є насиченість європейського ринку та конкуренція з боку найближчих виробників таких як Румунія та Польща.

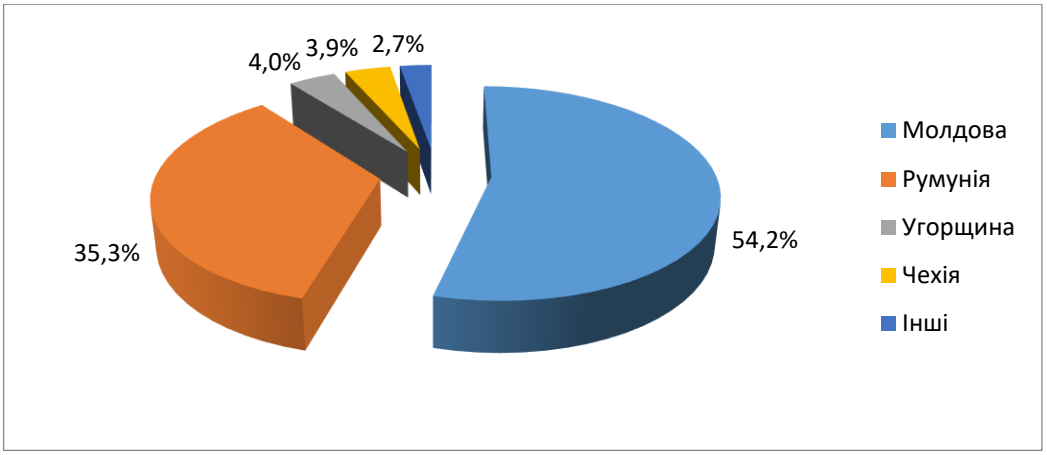


Рис. 3.3. Географія експорту газобетону з України,%

У 2021 році показник експорту сягав 97,66 млн грн, проте з початком повномасштабної війни він скоротився на 73%.

Значне падіння обсягів експорту у 2022 році стало наслідком підвищення внутрішніх цін на газобетон та зростання вартості логістики, що призвело до зниження конкурентоспроможності української продукції на міжнародних ринках.

Протягом багатьох років найбільшим партнером України була Молдова, в 2022-2023 рр. спостерігається тенденція до зміни основного імпортера українських газоблоків на Румунію.

Основними імпортерами українського газобетону історично були Молдова, Румунія, Угорщина та Чехія (див. рис. 3.4). У 2022–2023 роках спостерігається тенденція до зміни основного торговельного партнера з Молдови на Румунію.

Обсяги імпорту в Україну є відносно невеликими, проте вони залишаються необхідними для забезпечення потреб деяких підприємств у

продукції зі специфічними властивостями, відмінними від вітчизняних аналогів.

У період 2019–2022 років відзначалося падіння обсягів імпорту на 26%, спричинене впливом пандемії COVID-19.

У 2021 році імпорт газобетону становив 511,67 млн грн, але у 2022 році він різко знизився на 83% внаслідок воєнних дій.

До 2022 року Білорусь була основним постачальником газоблоків в Україну, її частка становила до 98% у 2018–2021 роках. Торговельні відносини з цією країною були призупинені, проте обсяги поставок за перші два місяці 2022 року до припинення торгівлі становили понад 84% загального річного імпорту.

Поставки з Білорусі відзначалися низьким рівнем ціни (в середньому 625 грн/м³ у 2021 році та 740 грн/м³ на початку 2022 року). Частка Угорщини та Польщі, яка до 2022 року становила близько 1%, значно зросла у 2022 році після припинення імпорту з Білорусі (див. рис. 3.5) [36].

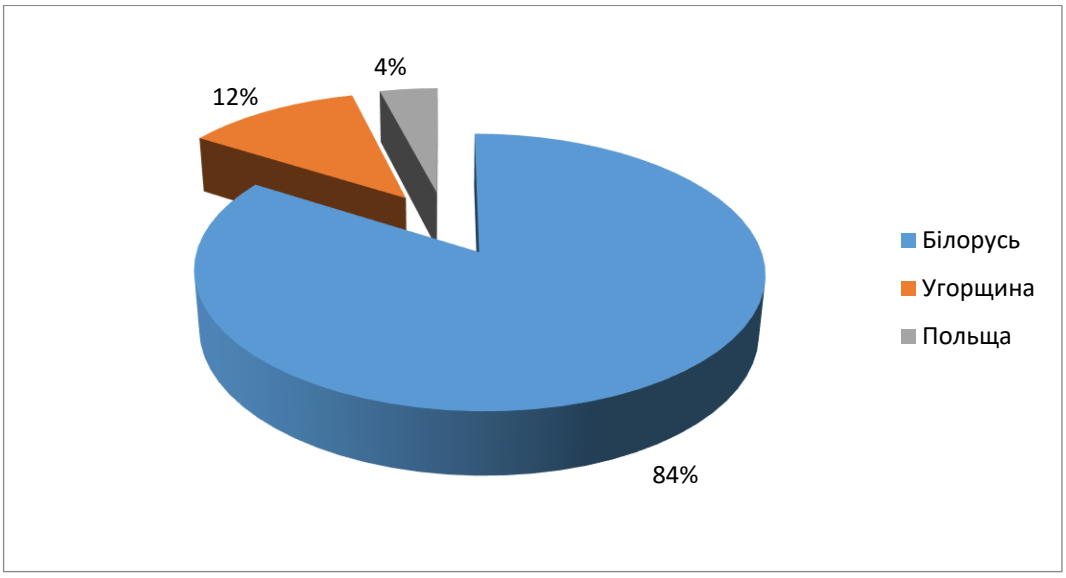


Рис. 3.4 Структура імпорту газобетону в Україну у 2022 році.

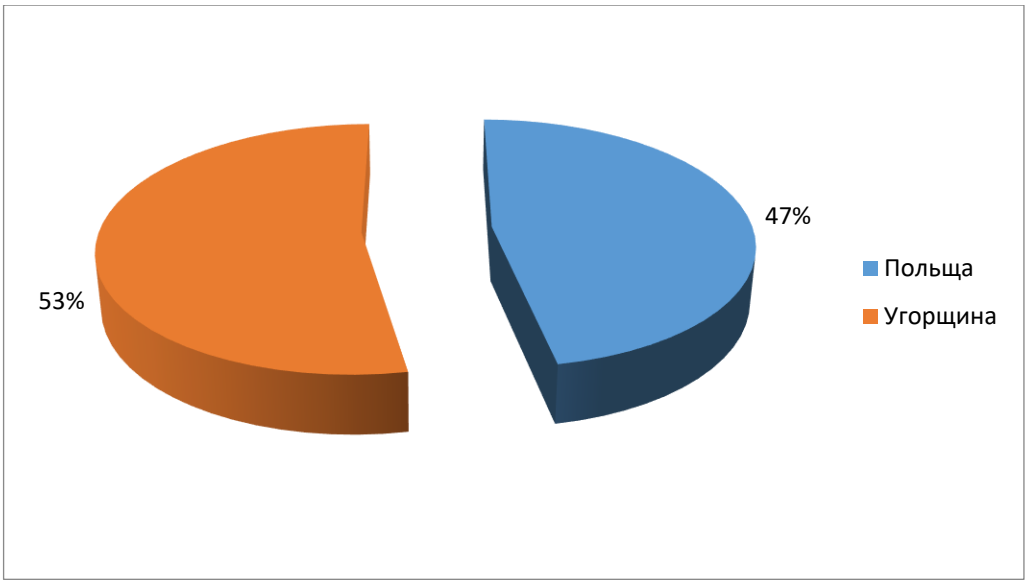


Рис. 3.5 Структура імпорту газобетону в Україну у 2023 році.

Ринок цегли є стратегічно важливим компонентом будівельної індустрії України, оскільки цегла зберігає позицію ключового матеріалу для зведення житлових, комерційних та інфраструктурних об'єктів. Динаміка цього ринку безпосередньо корелює із загальним станом будівельного сектору. Попит визначається макроекономічними чинниками, рівнем урбанізації та ефективністю реалізації державних ініціатив у сфері житлового та інфраструктурного будівництва. Пропозиція, своєю чергою, залежить від наявних виробничих потужностей, якості сировинної бази та впроваджених технологічних процесів.

Галузь продемонструвала позитивну динаміку, стимульовану активізацією будівельних робіт після обмежень, пов'язаних із пандемією COVID-19. Зростання попиту на нове житло та інфраструктурні проєкти зумовило збільшення обсягів виробництва на 8,2% порівняно з 2020 роком.

Повномасштабна військова агресія спричинила суттєве скорочення обсягу споживання цегли на 51,8% порівняно з попереднім роком, що було наслідком різкого призупинення будівельної діяльності та загальної геополітичної нестабільності.

Ситуація почала стабілізуватися завдяки відновленню будівельних робіт на деокупованих територіях та запуску програм реконструкції

інфраструктури. Це призвело до зростання споживання цегли на 15,9% порівняно з 2022 роком (табл. 3.4) [37].

Таблиця 3.4

Обсяг виробництва цегли 2019 - 2025рр.

	2019р.	2020р.	2021р.	2022р.	2023р.	2024р.	2025р.
Виробництво, млн. од.	873,6	713,4	770,84	364,72	421,74	510	~555
Темп росту		-18,67%	8,19%	-51,8%	15,9%	18,5%	~7%

Подальша динаміка ринку цегли визначатиметься низкою ключових чинників.

Масштабні проєкти відновлення зруйнованої інфраструктури та житлового фонду створять значний стійкий попит на будівельні матеріали. Також очікується стимулювання виробників до нарощування потужностей та модернізації технологій у відповідь на зростання будівельного попиту. А географічна близькість України до європейських ринків створює перспективні можливості для реалізації експортного потенціалу цегляної продукції. Ініціативи, як-от програми іпотечного кредитування ("єОселя") та заходи з відновлення пошкодженого житла, матимуть позитивний вплив на загальний обсяг будівельного сектору.

Аналіз ринку цегли в Україні у 2024–2025 роках, засвідчує фазу поступового відновлення після спаду, спричиненого повномасштабною військовою агресією 2022 року. Зростання будівельної активності, особливо у сегментах житлового та інфраструктурного будівництва, стимулювало підвищення попиту на цеглу.

За підсумками 2024 року відзначено зростання ємності ринку на 18,5%. У першому півріччі 2024 року обсяги виробництва досягли приблизно 249 млн. одиниць, що на 20,4% перевищує показники аналогічного періоду 2023 року.

Річний обсяг виробництва цегли у 2024 році оцінюється на рівні 500–520 млн. одиниць, а на 2025 рік прогнозується зростання до 535–555 млн. одиниць (прогнозний приріст – 7%).

Основні виробничі потужності зосереджені у центральних та західних регіонах. Значна частина традиційних цегельних заводів, що функціонували до 2022 року, змогла відновити або зберегти свою діяльність. Водночас, підприємства на сході, зокрема Білокам'янський та Зимогірський вогнетривкі цегельні заводи, були зруйновані або виведені з експлуатації внаслідок бойових дій.

З огляду на руйнування частини вітчизняних потужностей та зростання попиту, Україна збільшує обсяги імпорту цегли.

Головними країнами-постачальниками є Польща, Чехія та Угорщина. Імпортна продукція переважно спрямовується у західні та центральні регіони, а також використовується у високобюджетному та оздоблювальному будівництві.

При загальному обсязі ринку 535–555 млн. одиниць, вітчизняні виробники забезпечуватимуть приблизно 75–80% обсягу, тоді як частка імпорту становитиме 20–25%. Це дозволяє компенсувати локальний дефіцит і підтримувати будівельні процеси.

Діапазон цін на повнотілу будівельну цеглу становить 6 000–9 000 грн/м³ (приблизно €160–240). Облицювальна цегла та керамічні блоки дорожчі на 20–30%. Протягом 2024 року ціни зросли на 15–20%, що обумовлено підвищенням вартості логістики, сировини та енергоносіїв.

Очікується, що тенденція до зростання ринку збережеться принаймні до 2028 року. Імпортна залежність у сегментах облицювальної та вогнетривкої цегли, ймовірно, збережеться або посилиться, якщо не відбудеться відновлення зруйнованих вітчизняних потужностей.

Відновлення зруйнованої інфраструктури, а також підтримка з боку держави та міжнародних фінансових інституцій, будуть основними

драйверами ринку. Очікується, що цінова стабілізація настане ближче до 2026 року.

На підконтрольній території України функціонує понад 30 цегельних заводів (керамічних, силікатних, клінкерних), які покривають понад 70% внутрішнього попиту. До найбільших належать ТОВ «Керамейя», СБК-Ромни, «Літос», LAND BRICK, ДЗСМ, Євротон та Новоолександрівський завод.

Імпорт високоякісної продукції, зокрема вогнетривкої, клінкерної та лицьової цегли, здійснюється такими компаніями як Wienerberger (Австрія), Vandersanden NV (Бельгія, Нідерланди), а також через бренди з Чехії, Польщі та Угорщини [38].

3.2. Аналіз впливу вологості матеріалів на споживні властивості стін

Вологість є одним із ключових факторів, що визначають довговічність, енергоефективність та комфортність експлуатації зовнішніх огороджувальних конструкцій, зокрема стін. Наявність надмірної вологи в матеріалах стін є неминучим наслідком їхньої взаємодії з навколишнім середовищем (атмосферні опади, ґрунтові води, внутрішні випаровування) та, у довгостроковій перспективі, значно знижує споживні властивості конструкції.

Газоблок є найбільш гігроскопічним матеріалом, тому питання поглинання вологості і боротьби з цим явищем є дуже важливим при його використанні.

Під споживчими властивостями стін розуміють сукупність експлуатаційних характеристик, які безпосередньо впливають на якість житлового чи робочого середовища та економічну ефективність будівлі, включаючи: теплоізоляційну здатність, морозостійкість, міцність, довговічність, естетичний вигляд та санітарно-гігієнічні показники.

Збільшення вологості будівельних матеріалів призводить до суттєвого зростання їхньої теплопровідності. Вода, що заповнює пори матеріалу, має

значно вищий коефіцієнт теплопровідності ($\lambda_в$) у порівнянні з повітрям ($\lambda_п \approx 0{,}025$, Вт/(м*К)), яке вона витісняє.

Залежність коефіцієнта теплопровідності матеріалу (λ_ω) від його об'ємної вологості (ω) часто описується лінійними або нелінійними емпіричними залежностями, що свідчить про зниження термічного опору стіни (R) та, як наслідок, збільшення втрат теплової енергії через огороджувальну конструкцію.

$$R = \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i(\omega_i)} \qquad (3.1)$$

Де:

δ_i— товщина і-го шару;

$\lambda_i(\omega_i)$— коефіцієнт теплопровідності і-го шару при вологості ω_i.

Як наслідок, винокне зниження енергоефективності будівлі та зростання витрат на опалення та кондиціонування.

Волога також негативно впливає на механічні властивості більшості пористих будівельних матеріалів.

Морозостійкість. Замерзання води в порах матеріалу (при температурі нижче 0℃) супроводжується її об'ємним розширенням (до 9%), що створює внутрішній тиск. Багаторазові цикли замерзання-відтавання призводять до руйнування структури матеріалу, зниження його міцності (руйнування зовнішніх шарів, тріщини, відшарування) та, як наслідок, до зниження довговічності стіни.

Міцність. Для деяких матеріалів збільшення вологості призводить до зниження межі міцності на стиск та згин.

Деформації. Зміни вологості викликають вологісні деформації (усадку при висиханні та розширення при зволоженні), які можуть спричиняти додаткові напруження та тріщиноутворення в конструкції.

Висока вологість матеріалів стін створює сприятливі умови для розвитку біологічних пошкоджень, що є прямим зниженням комфорту та безпеки. Наявність вологи (при вологості матеріалу > 20% та відносній

вологості повітря > 70%) сприяє росту плісняви, грибків та мікроорганізмів на поверхні та всередині стін. Пліснява не лише руйнує оздоблювальні матеріали та погіршує естетику, але й виділяє спори та токсини, які негативно впливають на здоров'я мешканців (алергічні реакції, респіраторні захворювання), що є критичним зниженням споживних властивостей [39].

З метою ефективного управління вологісним режимом стін необхідне розуміння основних джерел та механізмів зволоження [40]:

1. Підйом ґрунтової вологи в нижню частину стін через систему пор та капілярів матеріалу (критично для фундаментів та цокольних поверхів).
2. Поглинання водяної пари з повітря при підвищенні його відносної вологості.
3. Випадання роси (конденсату) всередині товщі стіни (у зоні точки роси) або на її внутрішній поверхні, спричинене дифузією водяної пари та перепадом температур.
4. Протікання даху, труб, несправності гідроізоляції.

Зниження негативного впливу вологості на споживні властивості стін досягається за рахунок комплексного підходу.

Перший етап – поєктування. Включає забезпечення належної гідро- та пароізоляції фундаментів, покрівлі та зовнішніх поверхонь. Та теплотехнічний розрахунок конструкції для запобігання конденсації вологи в товщі стіни (перенесення "точки роси" ближче до зовнішньої, більш теплої зони).

Наступний епап - вибір матеріалів. Використання матеріалів з низьким водопоглинанням та високою паропроникністю для забезпечення швидкого відведення вологи.

Останній етап – вентиляція. Він забезпечує впровадження ефективної системи вентиляції приміщень для зниження внутрішньої відносної вологості.

3.3. Аналіз ринку вітчизняних та зарубіжних технологій додаткової підсушки матеріалів

Додаткова підсушка є критично важливою для будівельних матеріалів особливо цегли, кераміки, газобетону, гіпсу, піску та інших наповнювачів, оскільки вона безпосередньо впливає на міцність, кінцеву усадку та енергоефективність подальшого випалу або затвердіння.

Процес сушіння будівельних матеріалів характеризується необхідністю контрольованого та рівномірного видалення вологи, щоб запобігти [41]:

— розтріскуванню та деформації;

— нерівномірній усадці, що веде до браку;

— підвищеному споживанню енергії на етапі випалу.

Ринок використовує комбінацію традиційних та інноваційних методів.

Найпоширенішим методом для великих обсягів і матеріалів, стійких до температур є традиційний термічний метод – конвекція. В цьому методі застосовуються тунельні та камерні сушарки, а також барабанні. Тунельні та камерні сушарки використовуються переважно для цегли-сирцю та кераміки, теплоносієм в цьому випадку буде гаряче повітря або відпрацьовані димові гази, що рухаються навколо матеріалу. Барабанні сушарки, в свою чергу, ідеально підходять для сипучих мінеральних наповнювачів таких як пісок, щебінь, цементна сировина [42].

Інноваційні методи в основному використовують для прискорення процесу або для тонкої, фінішної підсушки. Інфрачервоне сушіння забезпечує швидке і глибоке прогрівання поверхні та використовується для керамічної плитки та деяких гіпсових панелей.

Мікрохвильове сушіння забезпечує об'ємний, рівномірний нагрів всієї товщі матеріалу. Є найбільш швидким і застосовується для високоякісних виробів або матеріалів, що важко сушаться, наприклад, деякі види газобетону або поризованої кераміки. Зарубіжні компанії є лідерами в цій високотехнологічній ніші.

Вакуумне сушіння використовується рідко, переважно для термочутливих або дорогих композитних матеріалів, де необхідна низька температура [43].

Вітчизняний ринок орієнтований на класичні та енергозберігаючі модернізації існуючих термічних систем.

Основною перевагою вітчизняних компаній є доступність. Обладнання є більш доступним за ціною, а його обслуговування простіше і дешевше.

На українському ринку постачальників, що спеціалізуються на сушильних системах не багато. "Кредмаш", "Техно-Т" спеціалізуються на постачанні традиційних барабанних та конвективних сушильних комплексів для піску та мінеральних наповнювачів. А "УкрСушка" та "ГорвПром" розроблюють та виробляють ІЧ-сушильних шаф та ліній, що пропонують енергетичну альтернативу традиційному конвективному сушінню.

До недоліків українських тенологій можна віднести обмежене використання високотехнологічних рішень та залежність комплексів від газу, що робить їх чутливими до цінової політики на енергоносії.

Зарубіжні технології встановлюють світові стандарти у сушінні будівельних матеріалів. Вони використовують ключові інновації та тримають тренд на енергоефективність. Основними технологіями є гібридні сушарки, системи з тепловими насосами та автоматизовані камери.

Гібридні сушарки поєднують в собі конвекції з інфрачервоним або мікрохвильовим сушінням, як наслідок - скорочення часу сушіння на 30–50%, що особливо актуально для товстостінної кераміки.

Системи з тепловими насосами (Heat Pump Dryers) активно використовуються в Європі для сушіння цегли-сирцю та газобетону. Вони працюють при нижчих температурах і дозволяють рекуперувати тепло, значно знижуючи енергоспоживання та зберігаючи при цьому якість виробу [44].

Автоматизовані камери в роботі використовують штучний інтелект та сенсори для точного контролю вологості, температури та повітряних потоків у кожній зоні сушарки, що мінімізує брак.

Лідери ринку – це компанії з Німеччини, Італії та Китаю, які виробляють комплексні лінії для керамічної промисловості та виробництва газобетону (наприклад, Sacmi, Lingl, Ceric та ін.). Їхні рішення характеризуються високою продуктивністю, низькими питомими витратами енергії на одиницю готової продукції та екологічністю (мінімізація викидів).

Ринок технологій додаткової підсушки будівельних матеріалів в Україні знаходиться на етапі модернізації. Вітчизняні виробники успішно конкурують у сегменті ІЧ-технологій та класичних барабанних сушарок для сипучих матеріалів. Проте у сегменті високопродуктивного сушіння великогабаритних виробів (цегла, газобетон) лідерство належить зарубіжним гібридним системам та установкам із тепловими насосами, які є більш дорогими, але забезпечують необхідну екологічну чистоту та енергоефективність у довгостроковій перспективі.

3.4 Позиція компанії «Біодрай Україна» на будівельному ринку України по впровадженню та ефективності рішень по сушці стін при монолітно-каркасному будівництві. Порівняння ефективності різних рішень

«Біодрай Україна» — офіційний представник швейцарської технології BioDry (швейцарська Wall & Wall S.a.g.l. є власником технології та патенту) на українському ринку. Компанія позиціонує свій продукт як екологічне рішення для природного осушення стін і фундаментових конструкцій без масштабних будівельних робіт. В публікаціях компанії описано систему, що складається з зовнішнього контейнера й внутрішнього елемента, монтаж яких виконується на стіні (рис. 3.6). Компанія також демонструє реалізовані проекти, наприклад, роботи на об’єктах Національного заповідника «Софія Київська», і активну присутність у соцмережах.

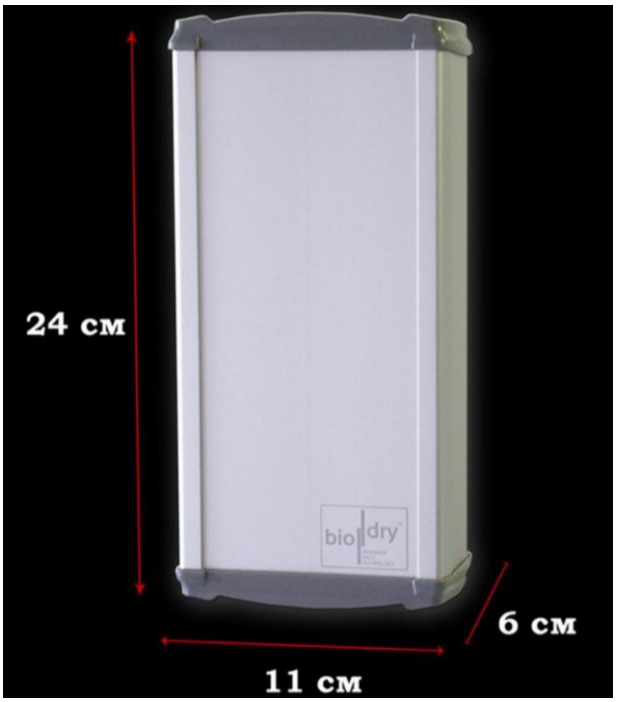


Рис. 3.6 Система для осушення стін, що використовує «Біодрай Україна»

Основний фокус роботи – це цілковите усунення саме першоджерела капілярного підняття, в порівнянні з ін’єкційними методами або мех’анічними, де проводиться лише блокування руху вологи [45].

«Біодрай Україна» на ринку країни займає нішу експертів по усуненню проблем вологості в будівлях, які викликані порушенням горизонтальної гідроізоляції або при її відсутності. Додатковою відмінністю є початкове технічне обстеження будівель і складання рекомендації (дорожньої карти) по приведенню стінових конструкцій та фундаментів до стану, який дозволяє комфортне та довготривале використання будівель, що робить компанію унікальною на ринку. В своїх обстеженнях використовують візуальний, інструментальний та лабораторний методи. Такий підхід дає можливість комплексно оцінити ситуацію та провести відновлювальні роботи без втрати часу та фінансів та в правільній послідовності.

Монолітно-каркасні будівлі мають залізобетонний каркас та стіни заповнюються різними матеріалами. У таких конструкціях причини підвищеної вологи бувають різні: капілярний підйом ґрунтової вологи, промокання через дефект гідроізоляції в місцях примикань, конденсація

внутрішньої вологи під час будівництва або технологічна волога. Від цього напряму залежить вибір методу осушення: деякі рішення працюють тільки проти капілярного підсосу, інші — вирішують проблему протікання чи виведення будівельної вологи. В умовах, коли будівля функціонує більше 10-12 років і має цокольний чи підвальний поверх, то розподілення джерел вологості має приблизно наступне співвідношення (рис. 3.7).

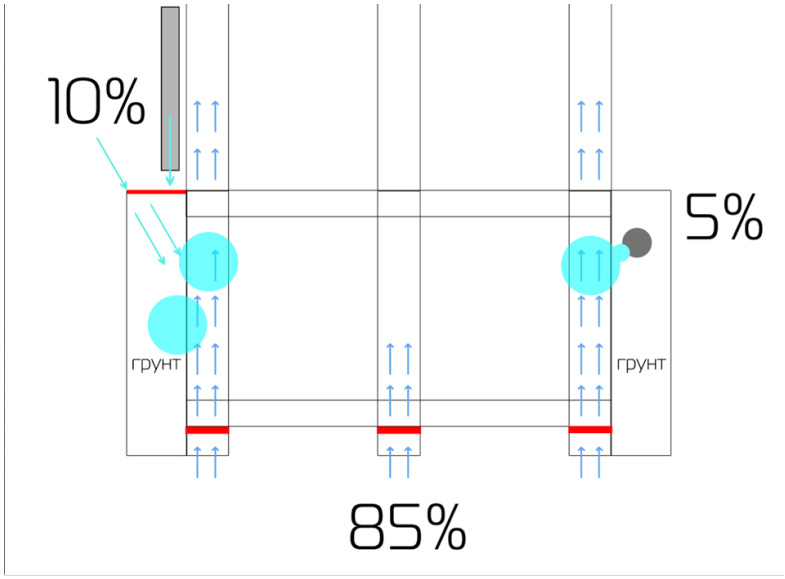


Рис. 3.7 Схема найбільш частої ситуації щодо співвідношення та джерел замочування

Для монолітно-каркасного будівництва, де волога може накопичується з бетону, розчинів, штукатурки, зовнішніх опадів, капілярного підняття, в рідких випадках затоплення через високий рівень ґрунтових вод або технологічні прориви водонесучих комунікацій, необхідне підходити комплексно як до обстеження так і в послідовності виконання робіт. Приведемо приклади невірного застосування послідовності дій або методів приведення будівельних конструкцій до вологістної норми при наявності капілярного підняття.

Застосування систем вентиляції або осушування повітря призведе до збільшення висоти підняття вологи по кладці, так як при усуненні вологості з повітря, воно буде мати потенціал натягти вологу і робити воно буде це зі стін, за рахунок чого буде збільшуватися і висота підняття і кристалізації солей, які будуть руйнувати як оздоблення так і саму кладку (рис. 3.8).



Рис. 3.8. Приклади використання вологопоглиначей при наявності капілярного підняття

Закриття стін сітками, панелями, тощо, гарантовано збільшить також рівень підняття вологи в стінах та їх руйнацію.



Рис. 3.9 Приклади закриття капілярного підняття панелями, тощо

Використання невірних матеріалів або проникаючих гідроізоляційних матерілаів гарантовано збільшить рівень підняття вологи та руйнації стін.



Рис. 3.10 Приклади невірного використання матеріалів при рішенні проблеми вологих стін

Аналіз саме невірних дій дає нам право стверджувати про необхідність експертного технічного обстеження перед початком будь-яких робіт по усуненню вологості стінових конструкцій та фундаментів. Загальними обстеження в Україні займаються сертифіковані будівельні експерти. Аналіз ринку України каже, що спеціалізовано обстеженням саме по вологості стін займається лише компанія «Біодрай Україна»

Порівняємо переваги та обмеження різних методів осушення матеріалів, оцінюючи їх застосування для монолітно-каркасних об'єктів (табл. 3.5).

Таблиця 3.5

Порівняння методів осушення матеріалів

Метод	**Переваги**	**Обмеження**
BioDry	- без руйнівних зовнішніх та внутрішніх робіт; - зручний для історичних/архітектурно цінних об'єктів та комерційних об’єктів – не потрібно руйнувати оздоблення, відселяти мешканців, зупиняти діяльність в приміщені. - на 20% дешевший за наявні класичні методи; - технічне супроводження до моменту осушення стінових конструкцій до прийнятної норми; - Гарантія саме на результат 25 років; Приклади застосування в Україні - реставраційні об'єкти, приватний, комерційний та релігійний сектор.	Механізм, який описує виробник (нейтралізація «електромагнітних хвиль»), відрізняється від класичних науково-обґрунтованих методів і потребує ретельної діагностики; для проблем, викликаних активними протіканнями, пошкодженою горизонтальною гідроізоляцією чи дефектами покрівлі або фундаменту — може бути недостатньо. Наявність незалежних публічних довготривалих досліджень саме для комерційної системи BioDry в українських умовах обмежена.

Продовження таблиці 3.5

Ін'єкційна гідроізоляція	- широко застосовувана технологія для боротьби з капілярним підсосом — ін'єкція має створювати фізичний гідрофобний бар'єр у товщі стіни; - доцільно при невеликих проблемних локальних місцях - застосовна для підвалів та стін із доступом ізсередини.	- потребує свердління великої кількості отворів і технічних робіт, що негативно впливає на кнстркцію і її властивості; - ефективність залежить від якості виконання та властивостей матеріалу; - не завжди підходить для стін з великою кількістю пор чи специфічних матеріалів без попередніх тестів. - Тріщини або полості в кладці створюють суттєве збільшення вартості робіт; - Деструкці цегли або матеріала не дають можливості надійного виконання необхідих робіт. - Передбачає повне перекриття площини стіни для зупинки руху вологи, що на практиці досягається рідко, особливо в складних будівельних вузлах. - Вартістні роботи та матеріали.
Електроосмотичні та електрофізичні системи	- у наукових дослідженнях електроосмос показує можливість довготривалого зниження рівня вологи шляхом створення потенційного бар'єру; - у деяких реальних застосуваннях відзначено ефективність при правильному проєктуванні і тривалому моніторингу.	- потрібні тривалі експерименти і виміри для оцінки ефекту; - технологія чутлива до гідрофізичних параметрів матеріалу стіни; - сумарна наукова база поки що уривчаста й часто лабораторна.
Осушувачі повітря або промислові дегідраторні установки	- оперативно знижують вологість внутрішнього повітря і допомагають висушити штукатурку/фінішні шари; - корисні при будівельній волозі.	- не усувають причин капілярного підйому чи дефектів гідроізоляції; - потребують тривалого часу і витрат на електроенергію при масштабних роботах.
Традиційні зовнішні роботи	виконані під час будівництва — встановлення якісної горизонтальної гідроізоляції та дренажу практично усуває капілярний підйом і інфільтрацію.	- дорожче, трудомістке; - інколи неможливе (щільна забудова, об'єкти культурної спадщини).

Ефективність того чи іншого методу у монолітно-каркасних будівлях залежить від правильної діагностики. При капілярному підйомі та відсутності активних протікань BioDry або електрофізичні системи можуть бути варіантом, при дефектах горизонтальної гідроізоляції чи активних витоках — потрібні ін'єкції або відновлення гідроізоляції або дренаж. Наукові дослідження електроосмосу дають підстави для обережного оптимізму, але також показують, що потрібні тривалі вимірювання й проєктування під конкретний матеріал стіни [46].

У контексті прискореного сушіння нових стін монолітно-каркасного будівництва для якнайшвидшого початку оздоблювальних робіт, промислові осушувачі вважаються найбільш ефективним, безпечним та контрольованим рішенням на будівельному ринку України.

Рішення, подібні до BioDry, є більш ефективними для довгострокового усунення капілярної вологи в існуючих, а не новозбудованих конструкціях.

Висновки до розділу 3

У результаті проведеного аналізу встановлено, що сучасний ринок матеріалів і технологій для зведення зовнішніх стін у каркасно-монолітних будівлях в Україні перебуває на етапі активного розвитку й модернізації. Основними тенденціями є орієнтація на енергоефективність, екологічність та довговічність конструкцій, що зумовлює широке застосування газобетону, керамоблоків, багатошарових сендвіч-систем та комбінованих рішень із підвищеними теплоізоляційними властивостями.

Дослідження впливу вологості матеріалів на експлуатаційні характеристики зовнішніх стін показало, що надлишкова вологість суттєво знижує теплотехнічні показники огороджувальних конструкцій, сприяє розвитку мікробіологічних пошкоджень та погіршує мікроклімат у приміщеннях. Тому питання контролю вологості під час будівництва й експлуатації є одним із ключових для забезпечення енергоефективності будівель.

На ринку технологій додаткової підсушки представлено широкий спектр рішень: від традиційних фізичних методів до сучасних електрофізичних і ін’єкційних технологій, які дають можливість усунути причини зволоження конструкцій без масштабних ремонтних робіт. При цьому вибір методу залежить від природи зволоження, матеріалу стіни та технічних обмежень об’єкта.

Компанія «Біодрай Україна» займає помітну нішу в сегменті усунення вологості при порушенні горизонтальної гідроізоляції, пропонуючи технологію, орієнтовану на природне осушення стін без пошкодження конструкцій. Її рішення особливо актуальні для історичних та реставраційних об’єктів, а також для приватних та комерційних об’єктів, де неможливо застосувати традиційні методи гідроізоляції. Водночас кінцевий результат значною мірою залежить від правильної діагностики причин зволоження та комплексного підходу до усунення проблеми.

Отже, аналіз ринку підтвердив, що перспективним напрямом розвитку є інтеграція сучасних енергоефективних матеріалів із технологіями контролю вологості та підсушки. Поєднання інноваційних методів, таких як електрофізичні системи, із класичними рішеннями гідроізоляції забезпечує підвищення довговічності будівельних конструкцій і створення комфортних умов експлуатації споруд.

РОЗДІЛ 4. ТОВАРОЗНАВЧО-ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ЗОВНІШНІХ СТІН НА ПРИКЛАДІ КОМПАНІЇ «БіодРАЙ Україна» (ФОП «Жученко Є.С») ТА ОЦІНКА ЇЇ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

4.1.Технологія підвищення якості звнішніх стін на прикладі компанії «Біодрай Україна»- підприємства ФОП Жученко Є.С.

Компанія «Біодрай Україна» (ФОП Жученко Є.С.) є спеціалізованим підприємством, що працює у сфері підвищення експлуатаційних характеристик будівельних конструкцій за рахунок застосування сучасних технологій осушення, гідрофобізації та зміцнення мінеральних основ [47]. Основним напрямом діяльності компанії є впровадження інноваційної швейцарської технології Біодрай, спрямованої на зниження вологості стін, відновлення їх міцності та покращення теплотехнічних характеристик зовнішніх огороджувальних конструкцій та внутршніх стін, які є несучими.

Підприємство співпрацює як з приватними власниками будинків, промисловими підприємствами, об’єктами культурної спадщини. «Біодрай Україна» є офіційним та ексклюзивним представником компанії Wall and Wall S.a.g.l., яка є власником бренду та технології Біодрай, що дає можливість застосовувати сертифіковане обладнання та технології, адаптовані до кліматичних умов України (додаток В).

Основні компетенції підприємства:

— діагностика технічного стану стінових конструкцій;

— вимірювання рівня вологості в стінах і фундаменті;

— впровадження безконтактної електрофізичної технології осушення;

— гідрофобізація і захист стінових матеріалів;

— консалтинг щодо підвищення енергоефективності.

Технології, що застосовуються компанією «Біодрай Україна»

По своєї суті, технологія Біодрай – це пасивна антена, яка здатна уловлювати високочастотні електромагнітні хвилі землі і резонувати їх в протифовазі, що приводить негативної інтерференції, в наслідок якої зникає полярізація як самої стінової конструкції так і молекул води.

Завдяки цьому вода перестає підніматися по капілярам і поступово повертається назад у ґрунт, що приводить до природного висихання матеріалу без механічного втручання (рис. 4.1).

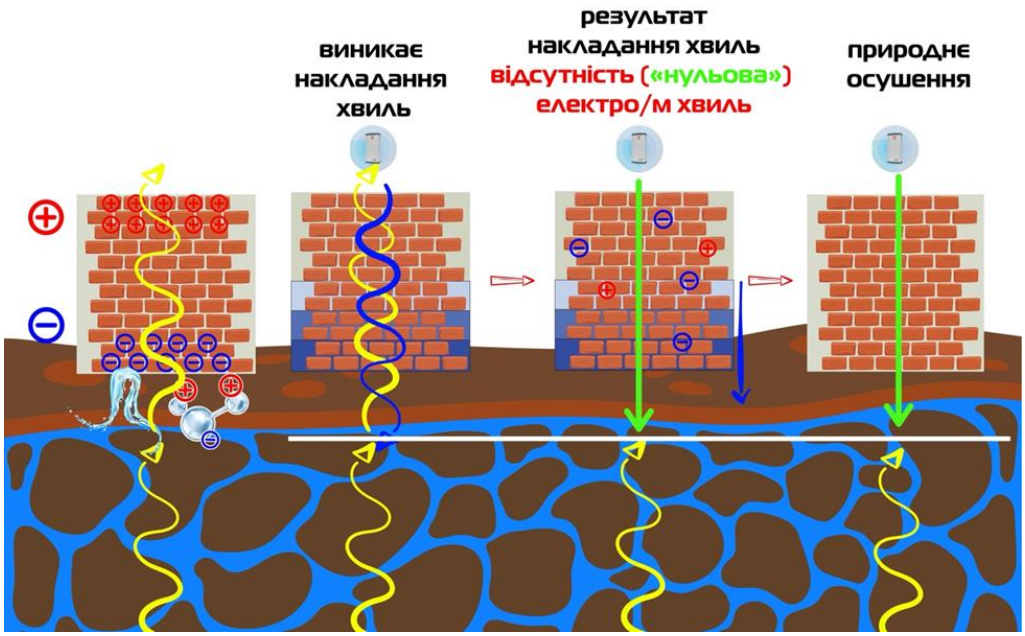


Рис. 4.1 Схема роботи Біодрай

Перевагами цієї технології є:

— безконтактність – обладнання не потребує свердління, штроблення чи руйнування стін;

— повне видалення капілярної вологи, що неможливо досягнути звичайною вентиляцією чи осушувачами;

— збереження конструкцій без втрати міцності;

— можливість застосування у будівлях історичної, житлової і промислової архітектури.

Компанія «Біодрай Україна» надає повний цикл технічного супроводження процеса осушення, який включає в себе: технічне

обстеження, складання технічного звіта з рекомендаціями, установка систем просушення стін «Біодрай», лабараторні заміри початкових показників вагової вологості в стінових конструкціях, періодичний моніторинг процесу осушення, що дає можливість об’єктивно спостерігати за процесом і вносити при необхідності коррективи, що дає змогу довести будівлю до сухого стану, після осушення стін надають рекомендації по оздобленню стін (які матеріали підходять для того чи іншого типу стін), надають гарантію на результат 25 років.

При застосувані такої технології подальші гідроізоляційні роботи направлені на капілярне підняття не потрібні.

Вони створюють "дихаючий" бар'єр, який не пропускає атмосферну вологу всередину, але дозволяє стінам виводити внутрішні пари, що підвищує морозостійкість матеріалу та запобігає появі висолів і мікробіологічного ураження.

Для стін із зниженою міцністю (газоблок, цегла з руйнуванням, природний камінь) застосовуються зміцнювальні ін’єкційні і просочувальні системи, такі як силікатні композиції, акрилатні ін’єкційні смоли та кальцієво-мікросилікатні армувальні склади.

Результатами цих заходів є відновлення цілісності структури матеріалу, підвищення стискальної міцності до 30–50% та зменшення водопоглинання, що продовжує термін експлуатації зовнішньої стіни на 20–30 років.

Отже, стінові матеріали мають високу початкову вологість — від 18% до 32% після завершення кладки, що в своє чергу призводить до:

— зниження міцності на 10–18 %;

— зростання теплопровідності на 30–80 %;

— пролонгованого набору проектної міцності;

— підвищеного ризику утворення конденсату в точці роси;

— появи мікробіологічних уражень (пліснява, грибок).

Завдяки комплексному підходу системи «Біодрай» підвищення якості сін досягло таких результатів:

— зменшення вологості газобетону з 26% до 9–11%;

— зростання фактичного опору теплопередачі стіни на 42–55%;

— зменшення теплопровідності λ з 0,21 до 0,13 Вт/м·К;

— зниження водопоглинання на 12–25%.

Ці результати підтверджують доцільність використання електрофізичного осушення під час зведення огороджувальних конструкцій у каркасно-монолітному будівництві.

Компанія «Біодрай Україна» (ФОП Жученко Є.С.) є одним із провідних українських підприємств, яке спеціалізується на застосуванні інноваційних технологій для підвищення якості та довговічності зовнішніх стін будівель. Комбінація електрофізичного осушення, сучасної гідрофобізації та зміцнення мінеральних матеріалів дозволяє комплексно вирішити проблеми підвищеної вологості, руйнування та низької теплоефективності стінових конструкцій. Це забезпечує значне продовження ресурсу будівлі, покращення її енергетичних характеристик та зниження витрат на ремонт у довгостроковій перспективі.

4.2 Характеристика зовнішніх стін будівлі

У монолітно-каркасному будівництві основними несучими елементами є монолітні залізобетонні колони, ригелі та плити перекриття. Така технологія дозволяє забезпечити просторову жорсткість, гнучкість планувальних рішень і високу довговічність будівлі.

Важливою особливістю монолітно-каркасних споруд є те, що зовнішні стіни не виконують несучої функції, а служать виключно огороджувальними конструкціями, які забезпечують тепловий, волого- та звукоізоляційний захист будівлі.

Зовнішні стіни виконані за заповнюючою схемою — вони розташовуються в межах каркаса і опираються на міжповерхові перекриття. Для їх улаштування застосовують енергоефективні стінові матеріали, а саме

газобетонні блоки та керамічні крупно форматні блоки, що дозволяє досягти високої теплоефективності огороджувальних конструкцій [48].

Виконаємо порівняння основних експлуатаційних властивостей матеріалів, що використовуються для заповнення стін до підсушки та після неї (табл. 4.1).

Таблиця 4.1

Експлуатаційні властивості матеріалів

Властивість	Нормативне значення	До підсушки	Після підсушки
Міцність на стиск газобетону	2,5–3,5 МПа	2,1–2,4 МПа	2,6–3,2 МПа
Міцність на стиск керамічного блока	10–15 МПа	9–12 МПа	10–14 МПа
Водопоглинання газобетону	≤ 25%	31–36%	17–22%
Водопоглинання керамічного блока	≤ 16%	18–22%	12–15%
Морозостійкість газобетону	F25–F50	F15–F25	F35–F50
Морозостійкість керамічного блока	F35–F100	F30–F80	F35–F100
Густина газобетону	400–500 кг/м³	450–520 кг/м³	420–480 кг/м³
Густина керамічного блока	700–950 кг/м³	760–980 кг/м³	720–900 кг/м³
Теплопровідність газобетону λ	0,12–0,14 Вт/м·К	0,18–0,21 Вт/м·К	0,12–0,14 Вт/м·К
Теплопровідність керамічного блока λ	0,16–0,25 Вт/м·К	0,22–0,32 Вт/м·К	0,16–0,24 Вт/м·К
Опір теплопередачі стіни (газобетон)	≥ 3,3 м²·К/Вт	2,1–2,4 м²·К/Вт	3,3–3,8 м²·К/Вт
Опір теплопередачі стіни (керамоблок)	≥ 3,3 м²·К/Вт	2,6–2,9 м²·К/Вт	3,3–3,7 м²·К/Вт

Основні шари типової зовнішньої стіни (рис. 4.2) включають [49]:

— газобетонні блоки або керамічні блоки, як основний конструктивний матеріал;

— зовнішню систему утеплення;

— армувальний та декоративний шар;

— внутрішнє штукатурне оздоблення.

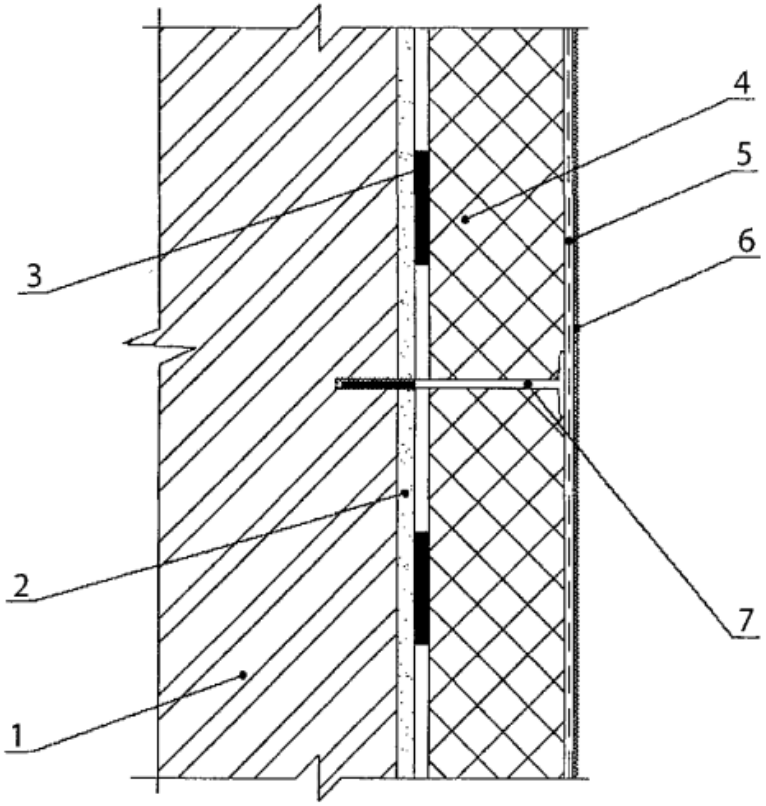


Рис. 4.2 Конструктивна схема збірної системи з опорядженням легкими тонкошаровими штукатурками: 1 - несуча частина стіни; 2 - вирівнювальний штукатурний шар; 3 - клейовий шар; 4 - шар теплової ізоляції; 5 - захисний шар, армований склосіткою; 6 - опоряджувальне покриття; 7 - елемент механічного кріплення утеплювача

Конструкція стіни забезпечує відповідність вимогам ДБН В.2.6-31:2021 щодо мінімального опору теплопередачі, а також нормам звукоізоляції та пожежної безпеки.

4.3. Пропозиція щодо впровадження технології попередньої підсушки матеріалів.

У сучасному монолітно-каркасному житловому будівництві заповнення зовнішніх стін найчастіше виконується з газобетонних блоків або керамоблоків. Ці матеріали виготовляються на водній основі та мають пористу структуру, що призводить до природного накопичення будівельної

вологи. У період зведення будівлі рівень вологості огороджувальних конструкцій може перевищувати нормативні значення у 2–3 рази. Додаткове зволоження відбувається також під час оздоблювальних робіт, опадів, шліфування, виконання мокрих процесів та після тривалої експлуатації будівлі за рахунок капілярного зволоження.

Перевищення вологи у стінових матеріалах призводить до суттєвого погіршення їх теплотехнічних властивостей — коефіцієнт теплопровідності збільшується на 20–60%, опір теплопередачі зменшується на 25–40%. Це означає, що навіть правильно спроєктована стіна фактично не відповідає нормам при монтажі утеплювача у вологому стані.

У зв’язку з цим пропонується впровадження технології попередньої підсушки матеріалів ще на етапі будівництва, до монтажу утеплювальної системи або внутрішніх оздоблювальних шарів.

Попередня підсушка – це контрольоване, технологічно організоване зниження рівня вологості стінового матеріалу перед подальшими роботами. Технологія передбачає прискорене видалення будівельної та атмосферної вологи за допомогою:

— конденсаційних та адсорбційних осушувачів,

— мобільних вентиляційних агрегатів,

— інфрачервоних нагрівачів (локально).

Підсушка виконується в період від завершення мурування до початку утеплення та штукатурення.

Метою попередньої підсушки є забезпечення нормативного рівня вологості, повернення матеріалу до паспортних теплотехнічних показників та мінімізація ризику майбутнього замокання утеплювача.

Причини необхідності підсушки:

1. Будівельна волога. Стінові блоки після кладки містять підвищений рівень вологи:

   — газобетон: 20–30% замість нормативних 4–6%;

   — керамоблок: 15–20% замість нормативних 5–8%.

2. Вплив погодних умов. Під час зведення поверхів стіни не захищені, волога потрапляє безпосередньо у пори матеріалу.
3. Виконання «мокрих» процесів. Штукатурка, шпаклівка, стяжки збільшують відносну вологість у приміщеннях до 70–90%.

Проблеми після утеплення вологих стін:

— накопичення вологи під фасадною системою,

— промерзання стиків,

— грибок та цвіль,

— руйнування клею і армувального шару,

— суттєве зростання тепловтрат.

Тому попередня підсушка є необхідною технологічною операцією, яка повинна включатися до графіку будівництва.

Технологічний процес попередньої підсушки можна розділити на декілька етапів.

Етап 1. Первинна діагностика. Вона включає в себе вимірювання вологості блоків глибинним гігрометром, визначення середньої вологості стін на 1–2 поверсі як репрезентативної та фіксацію зон надмірного зволоження (кутові ділянки, зони біля перекриттів, перемичок).

Етап 2. Підготовка до проведення підсушки. Комплекс заходів з перекриття отворів (тимчасові двері/плівка), встановленні контрольованої вентиляції та монтажу електроживлення для осушувачів.

Етап 3. Проведення підсушки. Під час осушування використовуються конденсаційні осушувачі (ефективні при +15…+30 °С), адсорбційні осушувачі (при низьких температурах, у період міжсезоння) та вентилятори, що забезпечують інтенсифікацію повітрообміну, при необхідності — ІЧ-панелі. Проводится підсушка до досягнення цільової вологості, що для газобетону становить ≤ 8%, для керамоблоку ≤ 10%, відповідно.Тривалість процесу, зазвичай, варіюється від 24 до 96 годин залежно від вихідної вологості.

Етап 4. Контроль і протокол включає повторні вимірювання у контрольних точках, оформлення акта підсушки із зазначенням умов проведення, типів обладнання та показників вологості до та після.

Очікуваний ефект від попередньої підсушки на будівництві включає технічний, економічний та організаційний ефекти.

1. Технічний ефект:
   — підвищення опору теплопередачі стіни на 20–55%;
   — повна відповідність ДБН $R \geq 4$ м²·К/Вт;
   — запобігання конденсації всередині фасадної системи;
   — зниження навантаження на систему опалення.
2. Економічний ефект:
   — економія на опаленні у перші 2 години – 10–18%;
   — зниження витрат на ремонт фасаду протягом перших 5 років;
   — запобігання втратам від замокання утеплювача та повторних робіт.
3. Організаційний ефект:
   — стабільна якість будівельного циклу;
   — мінімізація ризиків рекламацій від замовників;
   — підвищення довговічності системи утеплення (ETICS).

Під час впровадження технології на будмайданчику рекомендовано включити підсушку у технологічну карту зведення стін. Також залучити професійні компанії, що мають промислове осушувальне обладнання, досвід роботи з газобетоном і керамоблоком та методику контролю вологості. Також важливо забезпечити нерозривність технологічних етапів: «кладка → підсушка → утеплення → оздоблення».

Впровадження технології попередньої підсушки матеріалів під час будівництва є технічно обґрунтованим і дозволяє усунути будівельну вологу, яка погіршує тепло- та вологозахисні властивості огороджувальних конструкцій. Така технологія забезпечує відповідність стін нормативам ДБН,

зменшує тепловтрати, підвищує довговічність фасадної системи та гарантує стабільну експлуатаційну якість будівлі.

4.4. Розрахунок впливу підсушки на тепло- та вологозахисні властивості огороджувальних конструкцій

Впровадження контрольованої підсушки стін з газоблоку та керамічного блоку безпосередньо під час будівництва є ключовим технологічним заходом. Це дозволяє мінімізувати негативний вплив початкової вологості, який зазвичай знижує теплозахисні властивості конструкцій як протягом перших років експлуатації так і після тривалої експлуатації.

Ефект підсушки різний для обох матеріалів через їхню різну початкову вологість та структуру.

Газоблок має високу початкову вологість (35-40%). У такому стані його фактичний коефіцієнт теплопровідності (λ) значно перевищує розрахункове значення ($\lambda \approx$ 0,12 Вт/м*К). Це призводить до того, що фактичний опір R стіни є значно нижчим за проектний $R_o^p \approx 3{,}58\ \text{м}^2 * \text{К/Вт}$ у перші 2-3 роки.

Активні заходи скорочують період висихання з років до місяців. Це забезпечує швидке досягнення проекту, тобто до моменту заселення та запуску опалення стіна досягає експлуатаційної вологості (6-8%), а її λ знижується до проектного рівня. Будинок починає відповідати проектним показникам енергоефективності з першого опалювального сезону, що запобігає надлишковим тепловтратам та витратам на опалення.

Керамічний блок має нижчу початкову вологість і швидше висихає природним шляхом. Втрати теплоізоляційних властивостей у нього менш критичні, але все одно присутні, при проектному теплоопорі $R_o^p \approx 3{,}59\text{м}^2 * \text{К/Вт}$. Підсушка прискорює вихід вологи, що увібралася з кладочного розчину, та залишкової вологи з самого блоку та забезпечує необхідний рівень сухості стіни для якісного нанесення фасадних та внутрішніх

штукатурок, запобігаючи проблемам зі зчепленням та розтріскуванням оздоблення.

Активна підсушка покращує довговічність та вологозахист обох матеріалів, запобігаючи накопиченню вологи в критичний період.

У газоблоку до підсушки ризик усадкових тріщин вищий через велику різницю між початковою та експлуатаційною вологістю, а волога в порах знижує морозостійкість і довговічність матеріалу взимку. Після підсушки знижується внутрішня напруга, мінімізується ризик усадкових тріщин та сухий газоблок краще переносить цикли заморожування-розморожування.

Оскільки керамічний блок є менш гігроскопічним, основний виграш від підсушки полягає у захисті оздоблювальних шарів, тобто нанесення штукатурки на суху стіну гарантує краще зчеплення та запобігає появі висолів і плям, спричинених міграцією солей із кладочного розчину або самого блоку разом із водою.

Для газоблоку необхідність підсушки є критично необхідна. Це переводить стіну з низькоефективного стану у високоенергоефективний, а фактичний опір стрімко зростає до проектного R_o^p.

Для керамічного блоку підсушка також рекомендована. Це прискорює готовність до фінішного оздоблення та гарантує якість та підтверджує проектний опір швидше.

Отже, підсушка під час будівництва для газоблоку є обов'язковою технологічною вимогою для реалізації його високих теплоізоляційних властивостей, які закладені в розрахунках (R_o^p). Для керамічного блоку – це важливий фактор якості та довговічності оздоблення.

Для наочного розуміння впливу вологості ми проведемо розрахунок, який порівнює сухий теплоопір та вологий теплоопір.

Опір теплопередачі огороджувальної конструкції розраховується за формулою:

$$R_o^p = \frac{1}{\alpha_в} + \sum_{i=1}^{n} \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_{зв}} \qquad (4.1)$$

Де $\alpha_{в}$ та $\alpha_{зв}$ — коефіцієнти тепловіддачі внутрішньої та зовнішньої поверхонь 8,7 та 23 Вт/м^2 $*$ К відповідно.

Ключова відмінність розрахунків – це коефіцієнт теплопровідності (λ), який прямо залежить від вологості матеріалу (табл. 4.2).

Таблиця 4.2

Параметри теплопровідності

Матеріал	Товщина, м	$\lambda_{с}$, 0% вологи	$\lambda_{в}$
Керамічний блок 440 мм	0,44	0,08-0,10	0,13
Газоблок D400 400 мм	0,4	0,08-0,09	0,22 (при 35% вологості)

Проведемо розрахунок для стіни з керамічного блоку, конструкція якої включає: штукатурку (0,02 м) + блок (0,44 м) + штукатурку (0,03 м). Результати проведеного розрахунку представлені в таблиці 4.3.

Таблиця 4.3

Результати розрахунку опору для стіни з керамічного блоку

Шар	d, м	$\lambda_{с}$	$R_{с}$	$\lambda_{в}$	$R_{в}$
Внутрішній $\alpha_{в}$	-	-	0,11	-	0,11
Внутр. штукатурка	0,02	0,81	0,02	0,81	0,02
Керамічний блок	0,44	0,09	4,89	0,13	3,38
Зовніш. штукатурка	0,03	0,81	0,04	0,81	0,04
Зовнішній $\alpha_{зв}$	-	-	0,04	-	0,04
$\sum R_o^p$	-	-	5,10	-	3,59

Отже, втрата значення теплоопору вологого керамічного блоку становить 1,51 м^2 $*$ К/Вт, тобто 29,6% від теоретично сухого стану до стану експлуатаційної вологості.

Проведемо розрахунок для стіни з керамічного блоку, конструкція якої включає: штукатурку (0,015 м) + блок (0,40 м) + штукатурку (0,02 м). Результати проведеного розрахунку представлені в таблиці 4.4.

Таблиця 4.4

Результати розрахунку опору для стіни з керамічного блоку

Шар	d, м	$\lambda_{\text{с}}$	$R_{\text{с}}$	$\lambda_{\text{в}}$	$R_{\text{в}}$
Внутрішній 1/ $\alpha_{\text{в}}$	-	-	0,11	-	0,11
Внутр. Штукатурка	0,015	0,35	0,04	0,35	0,04
Керамічний блок	0,40	0,085	4,71	0,22	1,82
Зовніш. Штукатурка	0,02	0,35	0,06	0,35	0,06
Зовнішній 1/ $\alpha_{\text{зв}}$	-	-	0,04	-	0,04
$\sum R_o^p$	-	-	4,96	-	2,07

Отже, втрата значення теплоопору вологого керамічного блоку становить 2,89 $\text{м}^2 * \text{К/Вт}$, тобто 58,3% від теоретично сухого стану до сирого стану, типового для будівництва.

Для газоблоку, який має високу початкову вологість, опір теплопередачі (R) в сирому стані може бути меншим майже на 60% порівняно з його сухим потенціалом. Це означає, що в перші роки експлуатації стіна з газоблоку D400, без підсушки, не відповідатиме нормативним вимогам ДБН (для більшості регіонів мінімальний R = 4).

Контрольована підсушка під час будівництва є критично важливим процесом.

Для газоблоку підсушка забезпечує перехід коефіцієнта теплопровідності з високого значення $\lambda_{\text{с}} = 0{,}22$ Вт/м*К до проектного експлуатаційного $\lambda_{\text{с}}$ =0,12 Вт/м*К, підвищуючи фактичний опір R з 2,07 до 3,58 $\text{м}^2 * \text{К/Вт}$.

Для керамічного блоку попередня підсушка підтверджує проектний опір R_o^p = 3,59 $\text{м}^2 * \text{К/Вт}$ набагато раніше, ніж за умови природного висихання.

При спробі занадто швидкої (форсованої) підсушки стін можуть виникнути серйозні проблеми, пов'язані з фізикою випаровування вологи з капілярно-пористих матеріалів, таких як газоблок і керамічний блок.

Ефект "Запечатування" поверхні. Якщо зовнішній шар стіни висихає надто швидко під дією сильного теплового обігріву або вітру, він стає менш пористим і створює високий опір для виходу водяної пари з внутрішніх, більш вологих шарів. Як наслідок, волога, що залишилася всередині стіни, накопичується біля цієї сухої "корки" або повільно мігрує до внутрішньої поверхні. Це затягує загальний час висихання і, що найгірше, може призвести до розтріскування зовнішнього шару (тиньку, штукатурки) через внутрішній тиск водяної пари та зниження міцності самого матеріалу стіни внаслідок тривалого перезволоження внутрішнього об'єму.

При швидкій втраті вологи матеріали на основі цементу (наприклад, газобетон) дають усадку. Якщо ця усадка відбувається нерівномірно по товщині стіни (зовнішній шар висихає і стискається швидше, ніж внутрішній), виникають внутрішні напруження. Це є основною причиною появи усадкових тріщин на поверхні блоків або на шарі свіжої штукатурки. Для газоблоку, який має більшу початкову вологість та усадку, ця проблема є більш актуальною.

Форсована підсушка за допомогою потужних теплових гармат (особливо дизельних чи електричних) потребує значних витрат енергії, а також якісної вентиляції для відведення вологого повітря. Тому вартість прискореної підсушки може стати порівнянною або навіть перевищити економію на опаленні протягом перших років експлуатації, що нівелює її фінансовий сенс.

Щоб уникнути цих проблем, підсушку слід проводити м'яко і контрольовано.

Правильна підсушка — це баланс між швидкістю випаровування вологи з поверхні та швидкістю її міграції з глибини матеріалу.

4.5 Розрахунок витрат на впровадження технології підвищення ефективності зовнішніх стін.

Впровадження технології попередньої підсушки зовнішніх стін спрямоване на зниження їх будівельної вологості, що дозволяє суттєво покращити теплотехнічні характеристики огороджувальних конструкцій. Даний підрозділ включає розрахунок витрат на матеріали, обладнання, енергоносії та робочу силу, а також порівняльний аналіз двох підходів підсушки стін під час будівництва власними силами підрядника та залучення професійної компанії «Біодрай Україна» після років експлатації будівлі.

4.5.1 Порівняння собівартості 1 м² зовнішньої стіни до і після впровадження технології підвищення ефективності зовнішніх стін.

У розрахунку прийнято, що підсушці підлягає 1 м² зовнішньої стіни товщиною 0,44 м. з керамоблоку або 0,40 м. газоблоку. Для забезпечення зниження вологості до нормативних значень застосовуються конденсаційні або адсорбційні осушувачі, вентилятори та додаткові елементи організації процесу.

Проведемо розрахунок вартості підсушки під час будівництва (табл. 4.5).

Таблиця 4.5

Вартість витрат на підсушку матеріалів

Стаття витрат	Опис	Вартість на 1 м²
Оренда осушувачів повітря	1 осушувач на 60–80 м² за 24 год роботи	12–15 грн/м²
Електроенергія	Споживання 0,45–0,55 кВт/год (≈12 кВт*год за цикл)	30–35 грн/м²
Оренда вентиляторів та повітроводів	Підсилення повітрообміну	4–6 грн/м²
Трудові витрати	Монтаж та демонтаж обладнання, контроль вологості	10–14 грн/м²

Продовження таблиці 4.5

Витратні матеріали	Плівка, тимчасові перекриття, ущільнення	3–4 грн/м²
Разом		≈60–70 грн/м²

Якщо ж під час будівництва не було проведено попереднього осушення матеріалів стіни залишаються вологоми та з роками експлуатації тільки посилює руйнівну силу вологи. Тому в цьому випадку є доцільною підсушка стін із залученням компанії «Біодрай Україна». У рамках послуги компанія надає промислове обладнання, проводить заміри вологості, забезпечує контроль процесу та гарантує доведення матеріалу до нормативних значень. А повний комплекс робіт коштує ≈2200 грн/м².

Отже, підсушка силами підрядника дешевша і коштує ≈60–70 грн/м², залучення компанії «Біодрай Україна» є дорожчим — ≈2200 грн/м², але в цей час забезпечує повну відповідальність за результат, виконує сертифіковані вимірювання вологості, гарантує доведення матеріалу до нормативу та знижує ризики помилок та повторного ремонту.

Враховуючи, що вологість блоку під час будівництва становить підвищена, стіна має погіршені теплотехнічні властивості, що потребує додаткового шару утеплення, використання клеїв із підвищеною адгезією та збільшенню витрат на опалення в процесі оздоблення.

Середня собівартість 1 м² стіни у цьому випадку розраховується врахування додаткових витрат (табл. 4.6).

Таблиця 4.6

Середня собівартість 1 м² стіни без підсушки

Стаття витрат	Вартість
Кладка + матеріали	900–1100 грн/м²
Утеплення	+200-1500 грн/м²
Додаткові витрати через підвищену вологість	+30–50 грн/м²
Разом	≈1130–2650 грн/м²

Після впровадження попередньої підсушки знижується вологість стін, що відновлює нормативний коефіцієнт теплопровідності, за рахунок чого зменшується необхідна товщина утеплювача та знижується витрата енергії в період пусконалагодження (табл. 4.7).

Таблиця 4.7

Середня собівартість 1 м² стіни з впровадженням підсушки

Стаття витрат	Вартість
Базова собівартість стіни	1130–2650 грн/м²
Підсушка	+60–70 грн/м²
Зменшення товщини утеплювача	−200-1000 грн/м²
Економія на ремонтах, дефектах	−15–20 грн/м²
Разом	≈975–1700 грн/м²

Відхилення у вартості використовуючи самостійну підсушку підрядником становить мінус 150-950 грн/м² після впровадження технології.

Використовуючи осушення стін у випадках, коли будинок вже має проблему з наслідками підвищеної вологості стін розрахунок середньої собівартості змінюється та включає інші статті витрат (табл. 4.8)

Таблиця 4.8

Середня собівартість 1 м² стіни з використанням технології «Біодрай»

Стаття витрат	Вартість
Базова собівартість стіни	1130–2650 грн/м²
Підсушка	+2200 грн/м²
Заміна утеплювача	+200-1000 грн/м²
Разом	≈3530–5850 грн/м²

Рішення про застосування «Біодрай» перетворює стіну, яка була будівельним дефектом, на функціональний елемент. Однак це робить 1 м² стіни дорожчим у 2-3 рази, ніж планувалося спочатку. Найкращий

економічний ефект досягається тоді, коли початкова підсушка включена в технологічний процес, а не усунення наслідків.

4.5.2.Оцінка економічної доцільності впровадження технології підвищення ефективності зовнішніх стін

Економічний ефект за рахунок зниження тепловтрат розраховується, враховуючи коефіцієнт теплопередачі U, що розраховується за формулою:

$$U = \frac{1}{\sum R_o^p} \qquad (4.2)$$

Для керамічного блоку становить:

— U (вологий) = 0,279 Вт/(м²·К);

— U (сухий) = 0,196 Вт/(м²·К);

— Економія тепловтрат ≈ 30%.

Для газоблоку становить:

— U (вологий) = 0,483 Вт/(м²·К);

— U (сухий) = 0,202 Вт/(м²·К);

— Економія тепловтрат ≈ 60%.

Порахуємо річну економію на опаленні, для розрахунку прийнято:

— опалювана площа фасаду (А) — 250 м²,

— сезонна різниця температур (ΔT) — 30 К,

тривалість опалювального сезону (t) — 150 днів = 3600год

Економія теплової енергії становить:

ΔQ= (Uв-Uс)*A*ΔT*t

Для керамоблоку:

ΔQ≈ (0,279-0,196)*250*30*3600≈ 2241 кВт ·год

Для газоблоку:

ΔQ≈ (0,483-0,202)*250*30*3600≈ 7587 кВт ·год

При тарифі 6,9 грн/кВт·год економія становить

Для керамоблоку:

2241*6,9= 15462,9 грн/на сезон

Для газоблоку:

7587*6,9= 52350,3 грн/на сезон

Враховуючи витрати на підсушку для фасаду площею 250 м², що становлять 15 000 грн. при виконанні робіт підрядником або 550 000 грн. використовуючи послуги Біодрай вже маючи проблеми зі стінами, то термін окупності становить:

1. Для керамоблоку:

Окупність роботи підрядника:

15 000/15462,9≈0,97 року ≈ 12 місяців.

Окупність роботи Біодрай:

550 000/15462,9 ≈ 35,6 років

2. Для газоблоку

Окупність роботи підрядника:

15000/52350,3 ≈0,286 року ≈ 3 місяця.

Окупність роботи Біодрай:

550000/52350,3 ≈10,5 років

Попередня підсушка зовнішніх стін демонструє високу економічну ефективність, оскільки значно знижує коефіцієнт теплопередачі та сезонні втрати тепла.

Підсушка силами підрядника має найменшу вартість (60–70 грн/м²) і окупається менш ніж за 1 рік.

Осушення ж стін з дефектами від «Біодрай Україна» коштує дорожче, та окуплюється від 10 років, в залежності від матеріалів. Але в свою чергу забезпечує гарантований результат, усуває ризики дефектів та подальших витрат в порівнянні з попередньою підсушкою під час будівництва.

Після впровадження технології попередньої підсушки загальна собівартість 1 м² стіни не збільшується, а в окремих випадках навіть знижується через зменшення товщини утеплення та скорочення переробок.

Висновки до розділу 4

У четвертому розділі було проведено комплексну оцінку тепло- та вологозахисних властивостей огороджувальних конструкцій, виконаних із керамоблоку та газоблоку, а також проаналізовано можливості підвищення їх енергоефективності шляхом впровадження технології попередньої підсушки на етапі будівництва.

Проведений аналіз підтвердив, що будівельна волога суттєво впливає на теплотехнічні характеристики стінових матеріалів. За результатами розрахунків встановлено, що вологий керамоблок має теплопровідність на 40–70% вищу порівняно з сухим станом, що призводить до зменшення загального опору теплопередачі стіни на 30–40%. Для газоблоку відповідне погіршення становить 20–30%. Таким чином, навіть правильно спроєктовані огороджувальні конструкції у стані підвищеної вологості не забезпечують нормативний рівень теплозахисту згідно з ДБН В.2.6-31:2021.

Запропонована технологія попередньої підсушки матеріалів перед улаштуванням утеплювача та оздоблювальних шарів дозволяє відновити паспортні характеристики стін на етапі будівництва. Підсушка усуває надлишкову будівельну вологу, стабілізує теплообмінні властивості огороджувальних конструкцій та зменшує ризики утворення конденсату й подальшого руйнування системи фасадного утеплення.

Порівняння двох підходів — виконання підсушки власними силами підрядника та залучення професійної компанії «Біодрай Україна» — показало, що використання спеціалізованих технологій забезпечує більш передбачуваний та гарантований результат. Витрати на виконання підсушки підрядною організацією становлять у середньому 60–70 грн/м², тоді як професійна підсушка від «Біодрай Україна» — 2200 грн/м². Утім, витрати на послуги «Біодрай» компенсуються відсутністю технологічних ризиків,

високою точністю контролю вологості та гарантією доведення конструкцій до нормативного стану.

Економічна оцінка ефекту продемонструвала значну доцільність впровадження технології попередньої підсушки. Термін окупності вкладень у попередню підсушку становить до року залежно від обраного варіанту матеріалу. Такий рівень економічної віддачі свідчить про високу ефективність технології та її раціональність у сучасних умовах енергоощадного будівництва.

Отже, результати дослідження доводять, що попередня підсушка є доцільним та економічно виправданим етапом будівельного процесу, який забезпечує нормативний теплозахист, підвищує довговічність фасадних систем, знижує експлуатаційні витрати та підвищує загальну енергоефективність будівлі. Впровадження цієї технології рекомендовано як обов’язковий захід у сучасних проєктах монолітно-каркасного житлового та комерційного будівництва.

РОЗДІЛ 5. ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ ТА ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1. Основи охорони праці в будівельній сфері

Охорона праці у будівельному секторі є комплексною, інтегрованою системою заходів (правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних та лікувально-профілактичних), цільовою настановою яких є забезпечення оптимальних та безпечних умов праці, збереження життя, здоров'я та високого рівня функціональної працездатності суб'єктів трудової діяльності у процесі реалізації будівельних проектів.

Зважаючи на об'єктивну класифікацію будівельно-монтажних робіт як виду діяльності з підвищеним рівнем ризику, безумовне дотримання нормативно-правової бази та галузевих стандартів у сфері охорони набуває пріоритетного значення та підлягає жорсткому державному регулюванню.

Система охорони праці в будівництві в Україні регулюється низкою законодавчих та нормативно-правових актів галузевого значення, ключовими серед яких є:

1. Закон України «Про охорону праці» визначає загальні правові, соціально-економічні та організаційні засади [50].
2. ДБН А.3.2-2-2009 (НПАОП 45.2-7.02-12) - національний стандарт, що встановлює ключові положення безпеки праці [51].
3. НПАОП 45.2-7.03-17 - документ, який регламентує мінімальні вимоги до організації безпеки на тимчасових та мобільних будівельних майданчиках, включаючи чіткий розподіл відповідальності між замовником, генеральним підрядником та координаторами з охорони праці [52].

Обов'язковість забезпечення безпечних умов праці покладається на керівництво об'єкта та замовника. Це передбачає виконання комплексу інтегративних вимог.

Початок будівельно-монтажних робіт є легітимним виключно за умови наявності та суворого виконання Плану виконання робіт.

Передбачає встановлення фізичного огородження будівельного майданчика, чітке зонування території, маркування зон підвищеної небезпеки, а також визначення шляхів евакуації/переміщення техніки та персоналу.

Керівництво зобов'язане забезпечити персонал сертифікованими засобами індивідуального (ЗІЗ) та колективного захисту (ЗКЗ). До засобів індивідуального захичту відносяться каски, спеціалізований захисний одяг, а до засобів колективного захисту – захисні огородження.

При виконанні робіт на висоті є обов’язковим застосування комплексних систем запобігання падінню (страхувальні пояси, анкерні лінії, надійні робочі платформи), які мають відповідати вимогам чинних національних та міжнародних стандартів безпеки.

Необхідно регулярно організовувати навчання та проведення інструктажів (вступного, первинного й повторного), а також здійснювати періодичну перевірку знань працівників щодо безпечних методів і прийомів виконання робіт.

Отже, система охорони праці в будівництві виступає ключовим елементом управління проєктом, який не лише гарантує відповідність законодавчим і нормативним вимогам, а й сприяє зниженню соціально-економічних втрат, пов’язаних із виробничим травматизмом і професійними захворюваннями.

5.2 Вимоги безпеки при роботах зі стіновими матеріалами

Роботи зі стіновими матеріалами належать до будівельно-монтажних робіт, які вимагають суворого дотримання правил безпеки праці для запобігання травматизму та професійним захворюванням.

До виконання робіт зі стіновими матеріалами (зокрема, опоряджувальних — штукатурення, облицювання) допускаються особи, які:

a. Досягли вісімнадцяти років.

b. Пройшли професійну підготовку та володіють необхідними навичками.
c. Отримали дозвіл за результатами попереднього медичного огляду.
d. Пройшли вступний інструктаж з охорони праці, виробничої санітарії, пожежної та електробезпеки, а також первинний інструктаж на робочому місці.

Робочі місця на висоті повинні відповідати вимогам безпеки бути стійкими, мати огородження (перила) та суцільний настил.

Забороняється скидати сміття та залишки матеріалів з висоти без використання спеціальних пристосувань (жолобів, бункерів). Скидання без жолобів допускається з висоти не більше 3,0 м і за умови огородження місця падіння.

При роботі на висоті обов'язкове використання систем запобігання падінню (страхувальні пояси, анкерні лінії), що відповідають чинним стандартам.

Працівники зобов'язані застосовувати сертифіковані ЗІЗ, зокрема [53]:

— Каски – обов'язково на будівельному майданчику.
— Спеціалізований одяг та взуття (спецвзуття має бути на нековзній підошві).
— Рукавиці та рукавички – для захисту рук від поранень та від агресивних речовин.
— Захисні окуляри – обов'язкові при роботі ударним інструментом, при насіканні поверхонь, а також при роботі з хімічними розчинами.
— Респіратори – при роботі з сухими будівельними сумішами для уникнення вдихання пилу.

Ручний інструмент має бути справним. Дерев'яні ручки повинні бути добре оброблені, пришліфовані та міцно з'єднані з робочою частиною. Ручки терок повинні вільно пропускати руку в рукавичці. В свою чергу

електроінструменту корпус має бути заземленим, а електропровід – справним. Використовувати інструмент слід згідно з інструкцією виробника.

Категорично заборонено брати руками розчини, що містять вапно або цемент. Очищення поверхонь кислотами проводиться у захисних окулярах і міцних прогумованих рукавицях. Готувати хлоровану воду та гасити вапно дозволяється лише на відкритому повітрі або у приміщеннях із примусовою вентиляцією.

При скиданні сміття (залишків стінових матеріалів) необхідно забезпечити огородження або нагляд за місцем падіння. Виробничі приміщення, де виділяється пил, повинні мати гладку поверхню стін і регулярно очищатися.

Дотримання цих вимог є обов'язковою передумовою безпечного виконання робіт зі стіновими матеріалами.

5.3 Заходи щодо зменшення ризиків при використанні обладнання для підсушки

Експлуатація теплового та електричного обладнання для підсушки на будівельному майданчику пов'язана з підвищеними електричними, термічними та пожежними ризиками. Комплексний підхід до їх мінімізації базується на технічному забезпеченні, організаційних заходах та кваліфікації персоналу.

Пріоритетні заходи спрямовані на усунення ризиків ураження електричним струмом та технічних несправностей.

До використання допускається лише обладнання, що має необхідні технічні паспорти, інструкції та пройшло сертифікацію (де це вимагається).

Обов'язкове забезпечення надійного захисного заземлення корпусів електроустановок. Не допускається експлуатація пристроїв із пошкодженою ізоляцією кабелів, дротів або розеток.

Підключення обладнання повинно здійснюватися через автоматичні вимикачі та, бажано, через пристрої захисного відключення, які реагують на витоки струму.

Якщо сушильні агрегати працюють під надлишковим тиском (наприклад, деякі теплогенератори), вони повинні мати маркування, журнал спостереження та експлуатуватися відповідно до Правил будови і безпечної експлуатації обладнання, що працює під тиском.

Необхідно забезпечити безпечну відстань від сушильного обладнання до легкозаймистих матеріалів (дерев'яні конструкції, ізоляційні матеріали, паливо, фарби, розчинники).

Забезпечення контролю за максимальною температурою нагрівальних елементів та поверхні матеріалів, що підсушуються, з метою недопущення їхнього перегрівання та термічної деструкції.

Категорична заборона паління та використання відкритого вогню у зоні роботи сушильного обладнання.

Робоче місце має бути укомплектоване первинними засобами пожежогасіння (вогнегасниками), їх розташування має бути легкодоступним.

Забезпечення вентиляції приміщень, де проводиться підсушка, особливо якщо обладнання працює на паливі (газ, дизель) або якщо відбувається виділення випарів від свіжооброблених матеріалів.

До роботи з обладнанням допускаються лише навчені працівники, які пройшли медичний огляд, інструктаж та мають відповідне посвідчення чи дозвіл на експлуатацію.

Пересувні сушарки або теплогенератори повинні бути надійно встановлені та зафіксовані перед початком роботи, щоб унеможливити їхній зсув чи перекидання.

Підтримка чистоти та порядку для запобігання падінню, перешкодам та контакту обладнання з будівельним сміттям. Не допускати до робочої зони сторонніх осіб.

Чітке визначення порядку дій при виникненні аварійної ситуації (технічна несправність, пожежа, травматизм): негайне зупинення роботи обладнання, відключення від мережі та повідомлення керівництва.

Працівники повинні застосовувати засоби індивідуального захисту, що відповідають специфіці робіт, включаючи, за потреби, захист від шуму та вібрації.

5.4 Екологічна безпека при впровадженні нових технологій

Екологічна безпека при впровадженні нових технологій є комплексом заходів, принципів та нормативних вимог, спрямованих на запобігання або мінімізацію негативного впливу інноваційних виробничих процесів, продуктів та обладнання на довкілля та здоров'я людини. Це критичний елемент концепції сталого розвитку.

Забезпечення екологічної безпеки ґрунтується на низці фундаментальних принципів:

1. Принцип превентивності. Головний принцип, що полягає у пріоритеті попередження потенційної шкоди над ліквідацією її наслідків. Вимагає проведення оцінки впливу на довкілля на ранніх стадіях розробки та впровадження технології.

2. Принцип «Забруднювач платить». Суб'єкт господарювання, діяльність якого призводить до забруднення або погіршення стану довкілля, несе повну фінансову відповідальність за завдану шкоду та заходи щодо її компенсації та усунення.

3. Принцип найкращих доступних технологій. Вимагає використання технологій, які є найбільш ефективними для досягнення високого загального рівня захисту довкілля та є економічно та технічно доцільними для впровадження.

4. Принцип комплексності. Врахування впливу нової технології на всі компоненти довкілля (атмосферне повітря, водні ресурси, ґрунти, біорізноманіття) та її впливу на суміжні галузі.

Впровадження екологічної безпеки у нові технології вимагає інтеграції екологічних критеріїв на всіх етапах життєвого циклу проекту.

На етапі проектування екологічні вимоги мають бути закладені в технологію з самого початку, що дозволяє уникнути дорогих модифікацій на пізніших етапах.

В Україні вимоги до екологічної безпеки нових технологій регулюються Законами України «Про охорону навколишнього природного середовища», «Про оцінку впливу на довкілля» та галузевими нормативно-правовими актами [54,55]. Дозвільна система (на викиди, спецводокористування, розміщення відходів) є ключовим інструментом державного контролю.

Таким чином, екологічна безпека є не просто юридичною вимогою, а стратегічною необхідністю, що забезпечує соціальну відповідальність бізнесу та довгострокову стійкість його функціонування.

Висновки до розділу 5

У розділі комплексно розглянуто ключові аспекти забезпечення безпеки праці та мінімізації ризиків під час виконання будівельно-монтажних робіт, зокрема у процесі зведення та підсушки зовнішніх стін. Проведений аналіз дає змогу сформувати такі узагальнені висновки.

Охорона праці є фундаментальною складовою будівельного процесу. Забезпечення безпечних умов роботи потребує системного підходу, що включає регулярні інструктажі, навчання персоналу, контроль за дотриманням законодавчих норм та створення відповідних організаційно-технічних умов. Дотримання вимог охорони праці має стратегічне значення для зменшення травматизму та підвищення ефективності будівельного виробництва.

Виконання робіт зі стіновими матеріалами вимагає суворого дотримання техніки безпеки. У ході операцій зі зведення та обробки стін необхідно контролювати якість інструментів, стан робочої зони, правильність переміщення матеріалів, а також використання засобів індивідуального захисту. Це дозволяє мінімізувати ризики, пов’язані з механічними травмами, пилом і неправильним поводженням із важкими та крихкими конструктивними елементами.

Використання обладнання для підсушки стін потребує додаткових заходів безпеки. Експлуатація теплових гармат, осушувачів та іншої техніки пов’язана з підвищеними електричними й температурними ризиками. Тому важливо забезпечити справність обладнання, дотримуватися правил його встановлення та експлуатації, проводити системні перевірки, а також навчати персонал правильному поводженню з такими приладами.

Екологічна безпека є невід’ємним компонентом сучасних технологічних рішень. Упровадження нових методів підсушки та матеріалів має здійснюватись із урахуванням впливу на довкілля, зменшення викидів, раціонального використання енергії та мінімізації утворення будівельних відходів. Екологічний підхід сприяє сталому розвитку будівельної галузі та підвищенню соціальної відповідальності підприємства.

Отже, дотримання вимог техніки безпеки, охорони праці та екологічних норм є обов’язковою умовою успішного впровадження будь-яких технологічних рішень у будівництві. Це не лише забезпечує захист працівників і довкілля, але й підвищує загальну ефективність та якість виконання будівельно-монтажних робіт.

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

У магістерській роботі проведено комплексне дослідження споживних властивостей зовнішніх стін у каркасно-монолітному будівництві та визначено напрями їх удосконалення з урахуванням сучасних технічних, технологічних, економічних та екологічних вимог.

У першому розділі систематизовано теоретичні засади каркасно-монолітного будівництва, проведено класифікацію зовнішніх стін та визначено їх конструктивні, експлуатаційні та нормативні характеристики. Особливу увагу приділено аналізу функцій огороджувальних конструкцій, їх тепло-, звуко- та вологозахисним властивостям, а також проблемам, що виникають у процесі забезпечення відповідності сучасним будівельним нормам.

Другий розділ окреслив методологічні основи дослідження — сучасні підходи до оцінки фізико-механічних, теплотехнічних, експлуатаційних та економічних параметрів матеріалів і конструкцій. Також було обґрунтовано вибір об’єктів дослідження та представлено методику визначення економічної ефективності технологічних рішень.

У третьому розділі проаналізовано ринок матеріалів для заповнення зовнішніх стін у каркасно-монолітних конструкціях, а також сучасні технології додаткової підсушки, які застосовуються для поліпшення теплофізичних властивостей стін. Розглянуто позиції провідних компаній на ринку, зокрема «Біодрай Україна», та проведено порівняльну оцінку ефективності існуючих рішень.

Четвертий розділ став практичною основою роботи. На прикладі технологій компанії «Біодрай Україна» було детально розглянуто конструктивні особливості зовнішніх стін, вплив попередньої підсушки матеріалів на їх тепло- і вологозахисні характеристики, а також проведено розрахунки витрат на впровадження технології. Порівняння собівартості та розрахунок економічного ефекту довели доцільність застосування технології підсушки в умовах каркасно-монолітного будівництва, що забезпечує

зменшення тепловтрат, підвищення довговічності та оптимізацію експлуатаційних витрат.

П’ятий розділ зосереджено на питаннях техніки безпеки, охорони праці та екологічної відповідальності. Визначено вимоги до безпечного виконання робіт зі стіновими матеріалами, заходи мінімізації ризиків при застосуванні обладнання для підсушки, а також екологічні аспекти впровадження нових технологій у будівництво.

Підсумовуючи проведене дослідження, можна зробити такі ключові висновки:

Каркасно-монолітна технологія має високий потенціал, проте потребує удосконалення зовнішніх огороджувальних конструкцій для досягнення належних показників енергоефективності та експлуатаційної стабільності.

Вологість стінових матеріалів є критичним фактором, що визначає їх теплотехнічні характеристики, довговічність і рівень комфортності будівлі.

Технологія попередньої підсушки, запропонована та апробована спільно з компанією «Біодрай Україна», забезпечує суттєве підвищення теплоізоляційних властивостей, стабілізацію структури матеріалу та зменшення експлуатаційних втрат енергії.

Економічні розрахунки підтвердили доцільність впровадження технології, оскільки зниження тепловтрат та подовження ресурсу конструкцій забезпечують швидку окупність інвестицій.

Дотримання вимог техніки безпеки та екологічної безпеки є обов’язковою умовою для успішного та безпечного використання сучасних технологій у будівництві.

Результати дослідження свідчать, що комплексний підхід до удосконалення зовнішніх стін каркасно-монолітних споруд — від вибору матеріалів до застосування інноваційних технологій підсушки та утеплення — дозволяє значно підвищити споживні властивості будівель, оптимізувати експлуатаційні витрати та забезпечити відповідність сучасним стандартам енергоефективності, безпеки та екологічності.

Отримані в роботі висновки та рекомендації можуть бути використані проектувальниками, будівельними компаніями та виробниками матеріалів для впровадження ефективних технічних рішень у сучасному монолітно-каркасному будівництві.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Монолітно-каркасний будинок: Особливості будівництва [Електронний ресурс] — Режим доступу: https://park-hills.in.ua/blog/monolitno-karkasnyy-budynok-osoblyvosti-budivnytstva
2. Що таке каркасно-монолітний будинок і яким є процес його будівництва [Електронний ресурс] — Режим доступу: https://riel.ua/blogs/sho-take-karkasno-monolitnii-budinok-i-yakim-ye-proces-iogo-budivnictva
3. Особливості монолітно-каркасного будівництва [Електронний ресурс] — Режим доступу: https://kubmonolit.com/osoblyvosti-monolitno-karkasnogo-budivnycztva/
4. Стіни приміщення, особливості національного будівництва. https://pp-budpostach.com.ua/ua/a109429-steny-pomescheniya-osobennosti.html
5. КЛАСИФІКАЦІЯ - тлумачення, орфографія. [Електронний ресурс] — Режим доступу: https://slovnyk.ua/index.php?swrd=%D0%BA%D0%BB%D0%B0%D1%81%D0%B8%D1%84%D1%96%D0%BA%D0%B0%D1%86%D1%96%D1%8F
6. Види стін і оптимальна товщина [Електронний ресурс] — Режим доступу: https://riel.ua/blogs/vidi-stin-i-optimalna-tovshina
7. Стіни будинку https://stroyres.com/ua/stini-budinku/
8. Класифікація стін і вимоги до них [Електронний ресурс] — Режим доступу: https://studfile.net/preview/8703516/page:11/
9. ДСТУ Б В.2.6-34:2008 Конструкції будинків і споруд. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Класифікація і загальні технічні вимоги [Електронний ресурс] — Режим доступу: https://www.ksv.biz.ua/GOST/DSTY_ALL/DSTY4/dstu_b_v.2.6-34-2008.PDF
10. Споживчі властивості товарів [Електронний ресурс] — Режим доступу: https://stud.com.ua/11001/marketing/spozhivchi_vlastivosti_tovariv

11. Утеплення стін будинку: методи та матеріали [Електронний ресурс] — Режим доступу: https://svitpokrivli.ua/ua/articles/uteplenie-sten-vnutri-doma
12. Класифікація стін та вимоги до них – RISE [Електронний ресурс] — Режим доступу: https://share.google/BzLI0CdsvaLZN36In
13. Бетон по водонепроникності: W4, W6, W8 [Електронний ресурс] — Режим доступу: https://pl2t.com/uk/blog/post/beton-po-vodonepronikknosti-w4-w6-w8
14. Звукоізоляція стін та стелі [Електронний ресурс] — Режим доступу: https://xn--e1aecbmcsce2a6c6fc.com.ua/blog-post
15. Що таке довговічність будівельних матеріалів [Електронний ресурс] — Режим доступу: https://nerve.ranok.cx.ua/psikhologiya/shho-take-dovgovichnist-budivelnikh-materialiv.html
16. ДБН В.2.6-31:2021 Теплова ізоляція та енергоефективність будівель [Електронний ресурс] — Режим доступу: https://dreamdim.ua/wp-content/uploads/2022/08/DBN-V_2_6-31-2021.pdf
17. ДБН В.2.6-162:2010 Конструкції будинків і споруд. Кам'яні та армокам'яні конструкції. Основні положення. Зі Зміною № 1 [Електронний ресурс] — Режим доступу: https://gazobeton.org/sites/default/files/sites/all/uploads/%D0%94%D0%91%D0%9D%20%D0%9A%D0%B0%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%8C.pdf
18. ДБН В.2.6-98:2009 Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення. Зі Зміною № 1 [Електронний ресурс] — Режим доступу: https://protan.com.ua/intsp/wpps/assets/files/Docs/dbn%20b.2.6-98_2009.pdf
19. ДСТУ 9208:2022 Бетони важкі. Технічні умови [Електронний ресурс] — Режим доступу: https://www.scribd.com/document/880179322/%D0%94%D0%A1%D0%A2%D0%A3-9208-%D0%92%D0%B8%D0%BF%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%BB-3

20. ДСТУ Б В.2.7-45:2010 Бетони ніздрюваті. Загальні технічні умови [Електронний ресурс] — Режим доступу: https://zakon.isu.net.ua/sites/default/files/pdf/betoni_nizdryuvati._zagalni_tekh-3-30494.pdf

21. ДСТУ Б В.2.7-170:2008 Будівельні матеріали. Бетони. Методи визначення середньої густини, вологості, водопоглинання, пористості і водонепроникності [Електронний ресурс] — Режим доступу: https://www.scribd.com/document/474518019

22. Гнатченко Є. Ю. Економіка будівництва : конспект лекцій для студентів денної і заочної форм навчання освітнього рівня «бакалавр» за спеціальністю 192 – Будівництво та цивільна інженерія / Є. Ю. Гнатченко ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. – 62 с. [Електронний ресурс] — Режим доступу: https://eprints.kname.edu.ua/49548/1/2016%20123%D0%9B%20%D0%9B%D0%9A_%D0%95%D0%BA.%D0%B1%D1%83%D0%B4.pdf

23. ДСТУ EN 1015-11:2022 Методи випробування розчину для кладки. Частина 11. Визначення міцності на згин і стиск затверділого розчину (EN 1015-11:2019, IDT) [Електронний ресурс] — Режим доступу: https://verum.org.ua/wp-content/uploads/2025/10/dstu-en-1015-11_2022-metodi-viprobuvannya-rozchinu-dlya-kladki..pdf?x34440

24. Ashrae Handbook—HVAC Applications. Moisture management. ASHRAE, 2019. [Електронний ресурс] — Режим доступу: https://edufire.ir/storage/Library/exhaust/book/2019_ASHRAE_Handbook_HVAC_Applications_SI.pdf

25. ДСТУ EN ISO 12570:2022 Гігротермічні характеристики будівельних матеріалів і виробів. Визначення вмісту вологи сушінням за підвищеної температури (EN ISO 12570:2000, IDT; ISO 12570:2000, IDT) [Електронний ресурс] — Режим доступу: https://gazobeton.org/sites/default/files/sites/all/uploads/%D0%94%D0%A1

%D0%A2%D0%A3%20EN%20ISO_12572_%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%87%D0%BD%D0%B0%20%D1%80%D0%B5%D0%B4.pdf

26. Лобур Д.Ю. Шляхи зниження енергоємності процесів сушіння дисперсних матеріалів / Д.Ю. Лобур, О.І. Кравець // зб. тез доп. XIII Міжн. наук.-практ. конф. молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій», 11-12 грудня 2024 р. Тернопіль : ТНТУ, 2024. С. 335-336. [Електронний ресурс] — Режим доступу: https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/47238/1/%D0%9B%D0%BE%D0%B1%D1%83%D1%80_%D1%82%D0%B5%D0%B7%D0%B8.pdf

27. stela drying systems for agriculture and farming - efficient, sustainable and reliable [Електронний ресурс] — Режим доступу: https://www.stela.de/en/industry-solutions/agriculture/?gad_source=1&gad_campaignid=22641169840&gbraid=0AAAACXZYx9miUyDrvuWPU-hzB9JYVFUu&gclid=Cj0KCQiAxJXJBhD_ARIsAH_JGjj5eaoSNNZOAVItfWzt3FhjIHLCKJeRZ3Nij5TsWRA-MklQlatUTr8aAq0WEALw_wcB

28. Будівельний матеріал, з якого краще побудувати стіни будинку. [Електронний ресурс] — Режим доступу: https://pp-budpostach.com.ua/ua/a112853-stroitelnyj-material-kotorogo.html

29. Газобетон: переваги і недоліки. за і проти [Електронний ресурс] — Режим доступу: https://gazobloki.lviv.ua/gazobeton-perevagi-nedoliki-za-proti/

30. Все про керамічну цеглу [Електронний ресурс] — Режим доступу: https://www.eos-klinkier.com.ua/ua/articles/vse-o-kiramicheskom-kirpiche.html?srsltid=afmbooqvemts5gzsgdkwv3jtcm3xaf2aajoznywok8ztyclqui6kelg5

31. Силікатна vs керамічна цегла: що обрати для вашого ремонту? [Електронний ресурс] — Режим доступу: https://remontdim.lviv.ua/kakoj-kirpich-luchshe-silikatnyj-ili-keramicheskij/

32. Монолітний залізобетон: переваги та недоліки [Електронний ресурс] — Режим доступу: https://stroyfibra.com.ua/monolitnyi-jelezobeton-dostoinstva-i-nedostatki/
33. Український будівельний ринок: адаптація, виклики та нові тренди [Електронний ресурс] — Режим доступу: https://gazobeton.org/uk/node/1235
34. Інвестиційний потенціал сектора будівельних матеріалів в Україні [Електронний ресурс] — Режим доступу: https://novatorstroy.com/ua/pres-relizi/investiczijnij-potenczial-sektora-budivelnikh-materialiv-v-ukrayini/?srsltid=AfmBOopTh_WsTgOISy8jDiaNBhJAi0tnNLO8lunjIW1Z15OWru-5VIVD
35. Аналіз ринку газобетону в Україні. 2025 рік [Електронний ресурс] — Режим доступу: https://pro-consulting.ua/ua/issledovanie-rynka/analiz-rynka-gazobetona-v-ukraine-2025-god
36. Аналіз ринку газобетону в Україні [Електронний ресурс] — Режим доступу: https://inventure.com.ua/uk/analytics/investments/analiz-rinku-gazobetonu-v-ukrayini
37. Ринок цегли в Україні: у 2024 очікується зростання ємності ринку на [Електронний ресурс] — Режим доступу: 18,5% https://pro-consulting.ua/ua/pressroom/rynok-kirpicha-v-ukraine-v-2024-ozhidaetsya-rost-emkosti-rynka-na-18-5
38. Ринок цегли в Україні в 2024–2025 роках [Електронний ресурс] — Режим доступу: https://dia.dp.gov.ua/rinok-cegli-v-ukra%D1%97ni-v-2024-2025-rokax/
39. Підвищена вологість споруди [Електронний ресурс] — Режим доступу: https://stroyres.com/ua/pidvishhena-vologist/
40. Як усунути вогкість стін? [Електронний ресурс] — Режим доступу: https://www.sniezka.ua/poradi/tjehniczni-poradi/jak-usunuti-vogkist-stin-domaczni-zasobi

41. Осушення стін після потопу: етапи, методи та важливі нюанси [Електронний ресурс] — Режим доступу: https://www.deodor.com.ua/blog/osushennja-stin-pislja-potopu-etapi-metodi-ta-vazhlivi-njuansi/
42. Вологість в будинку: як впливає на мікроклімат та як боротися з недоліками [Електронний ресурс] — Режим доступу: https://pobut.lviv.ua/articles/syrost-dom
43. Порівняння різних методів осушення стін [Електронний ресурс] — Режим доступу: https://porofin.com.ua/ua/porivnyannya-riznih-metodiv-osushennya-stin
44. Heat Pump Dryer [Електронний ресурс] — Режим доступу: https://www.energystar.gov/products/clothes_dryers/heat-pump-dryer#:~:text=A%20heat%20pump%20dryer%20works,once%20the%20moisture%20is%20removed.
45. Як працює наша технологія? [Електронний ресурс] — Режим доступу: https://biodry.net
46. BioDry Ukraine – Осушення стін [Електронний ресурс] — Режим доступу: https://reherit.org.ua/operators/biodry-ukraine-osushennya-stin/
47. ТОВ “БІОДРАЙ УКРАЇНА” [Електронний ресурс] — Режим доступу: https://youcontrol.com.ua/ru/catalog/company_details/43951442/
48. Вибор матеріалу для будівництва стін і споруд. [Електронний ресурс] — Режим доступу: https://trivita.ua/ua/blog/vibor-materialu-dlia-budivnictva-stin-sporud-a-143
49. ДБН В.2.6-33:2018 Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Вимоги до проектування [Електронний ресурс] — Режим доступу: https://opalennya.in.ua/wp-content/uploads/2018/11/dbn-b-2-6-33-2018.pdf
50. Закон України «Про охорону праці» [Електронний ресурс] — Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12#Text

51. ДБН А.3.2-2-2009 Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення (НПАОП 45.2-7.02-12) [Електронний ресурс] — Режим доступу: https://te.dsp.gov.ua/wp-content/uploads/npaop
52. НПАОП 45.2-7.03-17 Мінімальні вимоги з охорони праці на тимчасових або мобільних будівельних майданчиках [Електронний ресурс] — Режим доступу: https://dnaop.com/html/54551/doc-%D0%9D%D0%9F%D0%90%D0%9E%D0%9F_45.2-7.03-17
53. Засоби індивідуального захисту [Електронний ресурс] — Режим доступу: https://phc.org.ua/kontrol-zakhvoryuvan/infekciyniy-kontrol-0/profilaktika-infekciy-ta-infekciyniy-kontrol/zasobi-individualnogo-zakhistu
54. Законами України «Про охорону навколишнього природного середовища» [Електронний ресурс] — Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12#Text
55. Закон України від 23.05.2017 № 2059-VIII Про оцінку впливу на довкілля [Електронний ресурс] — Режим доступу: https://ips.ligazakon.net/document/JH1JTDTA

ДОДАТКИ

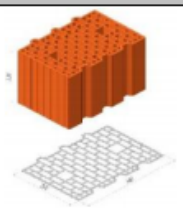
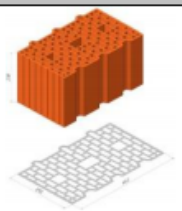
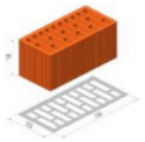
Додаток А
Прайс-лист на продукцію газобетонні блоки ТОВ «Аерок»



РОЗМІРИ БЛОКІВ, ММ			ПАЗ-ГРЕБІНЬ (TG) ГЛАДКИЙ (ГЛ), ММ	К-СТЬ БЛОКІВ НА ПІДДОНІ		ПЛОЩА СТІНИ З 1 М³ БЛОКІВ, М²	К-СТЬ БЛОКІВ В 1 М³, ШТ	ЗАВОД	ВІДПУСКНА ЦІНА З ЗАВОДУ, ГРН/М³
ШИРИНА	ВИСОТА	ДОВЖИНА		М³	ШТУК				
100	200	610	ГЛ	2,196	180	10	81,97	Березань	3600
150	200	610	ГЛ	2,196	120	6,7	54,64	Березань	3600
100	200	610	ГЛ	2,196	180	10	81,97	Обухів	3600
150	200	610	ГЛ	2,196	120	6,7	54,64	Обухів	3600

Додаток Б

Прайс-лист на продукцію поризовані керамічні блоки ТОВ «Карамейя»

	ТеплоКерам 38 - 11,6 NF	**ТеплоКерам 25 Еко - 7,62 NF**	**ТеплоКерам 44 - 13,42 NF**	**ТеплоКерам 2,12 NF**		
						
Розміри, Д*Ш*В	250*380*238	250*250*238	440*250*238	250*120*138		
Марка міцності	М 75- 100	М 75- 100	М 75- 100	М 100	М 125	М 150
Ціна, грн/фіз.шт.	74,61	49,10	86,39	16,00	17,00	18,00
Ціна, грн/м^3	3300	3300	3300	3864	4106	4347
Технічні та експлуатаційні характеристики керамічного поризованого блоку						
Вага, кг	16	9,5	21	3,8	3,8	3,8
Коефіцієнт теплопровідності λ, Вт/(м°С)	0,18	0,16	0,18	0,18	0,18	0,18
Коефіцієнт паропроникності m, мг/(м*год*Па)	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14
Морозостійкість, циклів	35	35	35	50	50	50
Питома вага виробу (щільність), кг/м^3	750-800	750-800	750-800	850-950		
Порожнистість, %	57%	57%	57%	48%	48%	48%
Водопоглинання, %	10-15%	10-15%	10-15%	12-15%		
Кількість блоку на піддоні, шт/м^3	60шт / 1,36 м^3	100шт / 1,49 м^3	60шт / 1,57 м^3	352шт / 1,46м^3		
Вага піддону з блоком брутто, кг	990	975	1275	1370	1370	1370
Кількість піддонів на авто до 22т, шт	20	20	17	16	16	16
Кількість блоків на 1м^2 стіни, шт	16 шт	16 шт	16 шт	26 шт	26 шт	26 шт
Кількість блоків на 1м^3 стіни, шт	44 шт	64 шт	38 шт	200 шт	200 шт	200 шт
Витрата розчину на 1м^3 стіни, л	48 л	48 л	48 л	200 л	200 л	200 л

Додаток В

Сертифікат відповідності системи осушення Біодрай



СЕРТИФІКАТ ВІДПОВІДНОСТІ

CERTIFICATE OF CONFORMITY

(найменування виду сертифіката: сертифікат експертизи типу або сертифікат експертизи проекту, або сертифікат відповідності)
(name of kind of certificate: certificate of type check-out or certificate project check-out, or certificate of conformity)

Зареєстровано в реєстрі органу з оцінки відповідності
ТОВ «НПП МІЖНАРОДНІ СТАНДАРТИ І СИСТЕМИ» за №
Registered at the Record of conformity assessment body «NPP INTERNATIONAL STANDARD'S AND SYSTEMS», LTD under №
UA.PN.060.1156-25

Термін дії з 02.05.2025 до 01.05.2026
Term of validity

Сертифікат видано / Certificate is issued on — **ФОП Жученко Єгор Сергійович, вул. Святослава Хороброго, буд. 9-А, м. Київ, 03151, Україна, код за ЄДРПОУ 3179004810 за дорученням № б/н від 15.04.2025 виданим Wall & Wall S.a.g.l, Via Lavizzari, 6, Chiasso, 6830, Swizzera (CH), Швейцарія**

Продукція / Production — **Система просушування стін Biodry** — **8543** (код УКТЗЕД, ДК 016) (Customs, DK-016)

Відповідає вимогам / Complies with the requirements — **ДСТУ EN 55014-1:2019 п. 4.3.3 (Схема 3. Сертифікація продукції, що випускається серійно, без перевірки виробництва.)**

Виробник продукції / Manufacturer of product — **Wall & Wall S.a.g.l, Via Lavizzari, 6, Chiasso, 6830, Swizzera (CH), Швейцарія**

Додаткова інформація / Additional information — **Сертифікат поширюється на продукцію, що виготовляється серійно з 02.05.2025 до 01.05.2026, з урахуванням гарантійного терміну зберігання. Добровільна сертифікація.**

Сертифікат видано органом з оцінки відповідності / Certificate is issued by the conformity assessment body — **ТОВ «НПП МІЖНАРОДНІ СТАНДАРТИ І СИСТЕМИ», вул. Клочківська, 99А, кімн. 509, м. Харків, 61058, код ЄДРПОУ 34953219, тел. 057-744-08-68**

На підставі / On the basis of — **Звіту про результати оцінювання № 066-1622/04-25 від 02.05.2025, оформленого ООВ ТОВ "НПП МІЖНАРОДНІ СТАНДАРТИ І СИСТЕМИ", вул. Клочківська, 99А, кімн. 509, м. Харків, 61058, код ЄДРПОУ 34953219**

ОРГАН З ОЦІНКИ ВІДПОВІДНОСТІ UA.TR.060

Керівник органу з оцінки відповідності / Director of the conformity assessment body — **Ігор СЕРГЕЙЧУК**
(підпис, власне ім'я, прізвище)/(signature, first name, surname)
М.П./Stamp

Чинність сертифіката відповідності можна перевірити в базі даних органу з оцінки відповідності, що розміщена на intsas.com.ua або за тел.+38 057-744-08-68
The validity of the Certificate of conformity can be checked in the database of theconformity assessment body, which is loaded at intsas.com.ua or tel. +38 057-744-08-68