

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Фізико-технічний інститут
Факультет будівництва, архітектури та дизайну
(повне найменування інституту, назва факультету)

Кафедра будівельного виробництва та управління проектами
(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проекту

магістра

(ступінь вищої освіти)

на тему ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ БУДІВНИЦТВА
КОТЕДЖНИХ БУДИНКІВ У МІСЬКИХ УМОВАХ.
INNOVATIVE TECHNOLOGIES FOR BUILDING
COTTAGE HOUSES IN URBAN ENVIRONMENTS

Виконав: студент 2 курсу, групи БАД-114м
Спеціальності 192 Будівництво та
цивільна інженерія

(код і найменування спеціальності)

Освітня програма (спеціалізація)

Промислове та цивільне будівництво

Ісаєв А.О.

(прізвище та ініціали)

Керівник Назаренко О.М.

(прізвище та ініціали)

Рецензент _____

(прізвище та ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»
(повне найменування закладу вищої освіти)

Інститут, факультет Будівництва, архітектури та дизайну
Кафедра будівельного виробництва та управління проектам
Ступінь вищої освіти другий (магістерський)
Спеціальність 192 Будівництво та цивільна інженерія
(код і найменування)
Освітня програма (спеціалізація) Промислове та цивільне будівництво
(назва освітньої програми (спеціалізації))

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри БВУП, к.т.н.,
доцент **Олексій НАЗАРЕНКО**
“ _____ ” _____ 20__ року

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ СТУДЕНТА

Ісаєва Антона Олександровича
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Інноваційні технології будівництва
Котеджних будинків у міських умовах
Innovative technologies for building cottage houses in urban environments

керівник проекту (роботи) Левченко Наталія Михайлівна, д.н.з д.у., професор,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від “ _____ ” _____ 2025 року № _____

2. Строк подання студентом проекту (роботи) _____ 2025 року

3. Вихідні дані до проекту (роботи) _____ рекомендована література, технічне завдання, інженерно-геологічні умови

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

1. Архітектурно-будівельний розділ. 2. Розрахунково-конструктивний розділ.
3. Організаційно-технологічний розділ. 4. Економіка будівництва. 5. Охорона
праці та цивільна безпека. 6. Науково-дослідний розділ

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) _____
Слайди презентації, графічний матеріал 10-12 аркушів А1 розруковані на А3 з
титульним аркушем та зброшуровані

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконане завдання
Архітектурно-будівельний розділ	Назаренко О.М. к.т.н., доцент		
Розрахунково-конструктивний розділ.	Назаренко О.М. к.т.н., доцент		
Організаційно-технологічний розділ	Назаренко О.М. к.т.н., доцент		
Економіка будівництва	Назаренко О.М. к.т.н., доцент		
Охорона праці та цивільна безпека	Назаренко О.М. к.т.н., доцент		
Науково-дослідний розділ	Назаренко О.М. к.т.н., доцент		
Нормоконтролер	Кулік М.В., доцент		

7. Дата видачі завдання “__” _____ 2025 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Постановка завдань по роботі	1 тиждень	Завдання
2	Виконання науково-дослідної частини	2–3 тижні	Розділ 6
3	Розробка архітектурно-будівельних рішень.	4–5 тижні	Розділ 1
4	Розробка розрахунково-конструктивної частини.	6 тиждень	Розділ 2
5	Розробка організаційно-технологічних рішень	7–8 тижні	Розділ 3
6	Розробка економічної частини роботи	9 тиждень	Розділ 4
7	Розробка заходів з охорони праці та цивільної безпеки.	10 тиждень	Розділ 5
8	Оформлення пояснювальної записки та документів до неї	11 тиждень	
9	Оформлення графічної частини	12-13 тиждень	
10	Нормоконтроль та рецензування	14–15 тижні	
11	Захист роботи.	16 тиждень	

Студент(ка)

(підпис) Ісаєв А.О.
(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)

(підпис) Назаренко О.М.
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломної кваліфікаційної роботи магістра: 121 с., 22 табл., 18 рис., 55 джерела.

ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ, КОТЕДЖНЕ БУДІВНИЦТВО, МІСЬКА ЗАБУДОВА, ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ, SMART HOME

Структура та обсяг роботи: Комплексне проектно-дослідження з розробки інноваційних рішень для будівництва двоповерхового котеджу в м. Харкові. Включає архітектурно-конструктивний, теплотехнічний, організаційно-технологічний, економічний та науковий розділи.

Методи дослідження: Аналіз сучасних технологій; теплотехнічні та конструктивні розрахунки; техніко-економічне порівняння; історико-технологічний аналіз; економічне моделювання.

Об'єкт дослідження: Процес проектування та будівництва двоповерхового котеджу в умовах міської забудови.

Предмет дослідження: Інноваційні технологічні, конструктивні та організаційні рішення для енергоефективного міського котеджу

Актуальність теми: Обумовлена потребою у впровадженні сучасних, ресурсощадних технологій у сегменті приватного міського будівництва. Інтеграція інновацій (енергоефективних оболонок, розумних систем, нових матеріалів) дозволяє подолати протиріччя між зростаючими вимогами до комфорту та екологічності житла, обмеженістю міських ділянок та необхідністю скорочення експлуатаційних витрат. Розробка технічно обґрунтованих і економічно доцільних комплексних рішень для котеджів у місті сприяє підвищенню якості життя, зменшенню екологічного навантаження на міське середовище та реалізації державних стратегій з енергозбереження та сталого розвитку територій.

ABSTRACT

The explanatory note to the master's diploma thesis: 121 pages, 22 tables, 18 figures, 55 sources.

INNOVATIVE TECHNOLOGIES, COTTAGE CONSTRUCTION, URBAN DEVELOPMENT, ENERGY EFFICIENCY, SMART HOME.

Structure and scope of the work: A comprehensive design and research study on developing innovative solutions for the construction of a two-story cottage in Kharkiv. Includes architectural-structural, thermal engineering, organizational-technological, economic, and scientific research sections.

Research methods: Analysis of modern technologies; thermal engineering and structural calculations; technical and economic comparison; historical and technological analysis; economic modeling.

Object of the study: The process of designing and constructing a two-story cottage under urban development conditions.

Subject of the study: Innovative technological, structural, and organizational solutions for an energy-efficient urban cottage.

Relevance of the topic: Driven by the need to implement modern, resource-efficient technologies in the private urban construction sector. The integration of innovations (energy-efficient envelopes, smart systems, new materials) helps reconcile the growing demands for housing comfort and environmental friendliness with the constraints of urban plots and the necessity to reduce operational costs. The development of technically sound and economically viable integrated solutions for urban cottages contributes to improving quality of life, reducing the environmental impact on the urban environment, and implementing state strategies for energy conservation and sustainable territorial development.

ЗМІСТ

ВСТУП	9
1. Архітектурно-будівельний розділ	11
1.1. Район будівництва	11
1.2. Генеральний план	12
1.2.1 Техніко-економічні показники генерального плану	13
1.3 Об'ємно-планувальне рішення.....	15
1.3.1. Техніко-економічні показники будівлі	16
1.4 Архітектурно-конструктивні рішення.....	17
1.4.1.Характеристика конструктивної схеми.....	17
1.4.2. Фундаменти	18
1.4.3. Стіни.....	20
1.4.4. Перекриття.....	24
1.4.5. Сходи	26
1.4.6. Перегородки.....	28
1.4.7. Вікна, двері та перемички	30
1.4.8. Дах та водовідвід.....	33
1.4.9. Підлоги	36
1.4.10. Вимощення	39
1.5. Зовнішнє та внутрішнє оздоблення	41
1.6. Інженерне обладнання	43
1.7. Специфікація основних будівельних елементів.....	45
1.8. Огляд інших інноваційних технологій для міського котеджного будівництва.....	47
2. РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ РОЗДІЛ	47

2.1. Розрахунок збірної багатопустотної залізобетонної плити перекриття	47
2.2. Вихідні дані для розрахунку.....	48
2.3. Збір навантажень на 1 м ² перекриття	48
2.4. Визначення розрахункових зусиль у плиті.....	50
2.5. Розрахунок міцності нормального перерізу (по моменту).....	51
2.6. Розрахунок міцності похилого перерізу (по поперечній силі) ...	52
2.7. Розрахунок міцності нормального перерізу плити	55
2.8. Конструктивне армування плити (сітки)	57
2.9. Розрахунок прогинів	59
2.10. Розрахунок поздовжньої монтажної арматури.....	60
3 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	62
3.1 Технологічна карта на виконання кам'яних та монтажних робіт	62
3.1.1 Технологія та організація будівельного процесу.....	62
3.1.2 Визначення складу та обсягів робіт за картою	63
3.2 Вибір методів виконання робіт	65
3.3 Вибір ведучого механізму	66
3.4 Калькуляція трудових витрат.....	69
3.5 Вказівки щодо технології та організації процесу	73
3.6 Схема операційного контролю якості	81
4 ЕКОНОМІКА БУДІВНИЦТВА.....	91
4.1. Вступ та мета розділу.....	91
4.2. Кошторисна вартість будівництва базового та енергоефективного варіантів будинку.....	91

4.3. Розрахунок щорічних експлуатаційних витрат на опалення та вентиляцію.....	99
4.4. Визначення економічної ефективності та терміну окупності ...	100
4.5. Оцінка соціальних та екологічних ефектів.....	101
4.6. Загальний висновок до розділу	101
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЦИВІЛЬНА БЕЗПЕКА	102
5.1. Загальні положення	102
5.2. Аналіз небезпечних та шкідливих факторів на будівельному майданчику	102
5.3. Організація безпеки на будівельному майданчику.....	104
5.4. Заходи безпеки при основних видах робіт.....	105
5.5. Електробезпека	106
5.6. Пожежна безпека	106
5.7. Цивільна оборона та дії в надзвичайних ситуаціях	107
5.8. Охорона навколишнього середовища	107
6 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ.....	108
6.1. Актуальність та постановка проблеми.....	108
6.2. Методика дослідження.....	109
6.3. Аналіз сучасних інноваційних технологій для міського котеджного будівництва	110
6.4. Обґрунтування обраного комплексу технологій для досліджуваного об'єкта	111
6.5. Висновки та наукова новизна дослідження.....	112
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	115

ВСТУП

Сучасне індивідуальне житлове будівництво в умовах міста, зокрема будівництво котеджів, характеризується пошуком оптимальних рішень на стику архітектури, конструкцій, інженерії та екології. Інновації в цій сфері спрямовані не лише на підвищення комфорту та естетики, але й на раціональне використання ресурсів, адаптацію до щільної міської забудови та відповідність вимогам сталого розвитку. Одним з найважливіших та найактуальніших напрямів таких інновацій є радикальне підвищення енергоефективності будівель

У контексті європейської інтеграції та реалізації державних програм з енергозбереження, підвищення енергетичної ефективності існуючого та нового житлового фонду стає пріоритетним завданням для архітекторів, інженерів та будівельників. Особливо це стосується приватних двоповерхових будинків, які часто мають значний потенціал для оптимізації тепловтрат через зовнішні огороження, нераціональну роботу інженерних систем та застарілі технології будівництва.

Актуальність дослідження зумовлена необхідністю розробки комплексних, технічно обґрунтованих та економічно доцільних інноваційних теплотехнічних рішень саме міських індивідуальних житлових будинків. Це дозволить не тільки знизити експлуатаційні витрати власників, але й внести внесок у виконання загальнодержавних цілей зі зменшення споживання енергетичних ресурсів.

Метою дипломної роботи є розробка комплексу інноваційних заходів з енергозбереження двоповерхового будинку на основі всебічного аналізу його поточних теплових характеристик та сучасних технологій енергозбереження.

Основні завдання дослідження:

1. Проаналізувати сучасні нормативні вимоги та передові технологічні рішення в галузі підвищення енергоефективності житлових будівель.

2. Провести енергоаудит обраного об'єкта – з визначенням основних джерел тепловтрат через огорожувальні конструкції, вікна, двері та системи вентиляції.
3. Розробити проектний комплекс заходів, що включає:
 - Оптимізацію теплоізоляційних характеристик зовнішніх стін, покрівлі, підлоги першого поверху.
 - Заміну віконних та дверних блоків на енергоефективні.
 - Вдосконалення систем опалення, вентиляції та гарячого водопостачання.
 - Можливість інтеграції відновлюваних джерел енергії (наприклад, сонячні колектори).
4. Виконати теплотехнічні розрахунки оновлених конструкцій та порівняльний розрахунок енергоспоживання будівлі до та після впровадження запропонованих заходів.
5. Оцінити техніко-економічну ефективність проектного рішення та термін його окупності.

Об'єктом дослідження є двоповерховий індивідуальний житловий будинок.

Предметом дослідження є архітектурно-конструктивні, теплотехнічні та інженерно-технічні рішення, спрямовані на підвищення класу енергетичної ефективності житлової будівлі.

Практична значущість роботи полягає в тому, що розроблені рішення можуть бути адаптовані та застосовані для широкого кола аналогічних об'єктів у міському середовищі, сприяючи раціональному використанню енергії та створенню комфортного, сучасного та економічного житла.

1. Архітектурно-будівельний розділ

1.1. Район будівництва

Будівля проектується в м. Харкові, Харківської області. Вибраний майданчик будівництва відповідає вимогам чинних нормативних документів щодо інженерної підготовки, планування та благоустрою території.

Згідно з ДБН В.1.2-2:2006 «Навантаження і впливи» для м. Харкова та області визначено такі характеристичні значення кліматичних впливів:

- За картою «Районування території України за характеристичними значеннями ваги снігового покриву» – 2-й район (1000 Па). Це нижчий порівняно з західними регіонами показник, що зумовлено меншою кількістю опадів у зимовий період.
- За картою «Районування території України за характеристичними значеннями вітрового тиску» – 2-й район (380 Па).
- За картою «Районування території України за характеристичними значеннями товщини стінки ожеледі» – 2-й район (15 мм).
- За картою «Районування території України за характеристичними значеннями вітрового тиску при ожеледі» – 2-й район (200 Па).

Згідно з ДБН В.2.1-10:2018 «Основи та фундаменти споруд» (актуальна редакція) нормативна глибина сезонного промерзання ґрунту (d_{fn}) для суглинків та глин у м. Харкові становить 1.0 м. Інженерно-геологічні дослідження вказують на відсутність високого рівня ґрунтових вод на ділянці,

що дозволяє закладати фундаменти вище цього рівня з урахуванням конструктивних особливостей будівлі.

1.2. Генеральний план

Генеральний план ділянки розроблено згідно з вимогами ДБН Б.2.2-12:2019 «Планування і забудова територій». Територія має чітке зонування, раціональну організацію під'їзних шляхів, пішохідних алей та зон відпочинку. Заплановано комплексне благоустрій та озеленення з використанням стійких до міських умов Харкова видів дерев (каштани, клени, липи) та чагарників.

При орієнтації будинку на місцевості враховано санітарні, інсоляційні та вітрові режими. Переважними для Харківського регіону є західні та північно-західні вітри, що вплинуло на розміщення віконних прорізів та допоміжних приміщень для мінімізації тепловтрат.

Місто Харків розташоване в II – Південному кліматичному районі. Згідно з ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 «Будівельна кліматологія» кліматичні характеристики для проектування такі:

- Середня температура найхолоднішої п'ятиденки (забезпеченістю 0.92): - 24 °С.
- Середня температура повітря найхолоднішого місяця (січень): -6.0 °С.
- Середня температура повітря найтеплішого місяця (липень): +20.8 °С.
- Тривалість опалювального періоду: 185 діб.
- Середня температура опалювального періоду: -1.7 °С.
- Середня швидкість вітру за період з січня по березень: 4.2 м/с.
- Сумарна сонячна радіація на вертикальні поверхні: південна орієнтація – 901 МДж/м², північна – 216 МДж/м² (дані важливі для розрахунків пасивного сонячного опалення та навантажень).

Дані кліматичні параметри є базовими для розрахунків енергоефективності, теплозахисту та міцності конструкцій проєктованого будинку.

Таблиця 1.1 – Повторюваність вітру за напрямками, м/с

Місяць	Пн	ПнСх	Сх	ПдСх	Пд	ПдЗх	Зх	ПнЗх
Січень	4,2	3,8	4,0	4,5	4,1	4,8	5,4	4,7
Липень	3,5	3,3	3,6	3,8	3,5	3,7	4,5	4,0

Примітки до таблиці:

Дані наведено згідно з кліматичним довідником для м. Харкова за ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010.

Напрямки вітру: Пн – північний, ПнСх – північно-східний, Сх – східний, ПдСх – південно-східний, Пд – південний, ПдЗх – південно-західний, Зх – західний, ПнЗх – північно-західний.

Західні та південно-західні вітри є переважаючими як в зимовий, так і в літній період (виділено напівжирним), що враховано при розробці об'ємно-планувального рішення та розміщенні будинку на генплані для мінімізації аеродинамічного опору та холодопроникнень

1.2.1 Техніко-економічні показники генерального плану

Для обґрунтування планувальних рішень та оцінки ефективності використання території ділянки в м. Харкові розраховуються наступні техніко-економічні показники (ТЕП) відповідно до вимог ДБН Б.2.2-12:2019.

1. Площа ділянки A_d

Площа ділянки визначається в межах кадастрових меж, що мають форму прямокутника.

$$A_d = a_d \times b_d, \text{ м}^2$$

де:

- $a_d = 56,00$ м – довжина ділянки;

- $b_d = 48.00\text{м}$ – ширина ділянки.

$$A_d = 56.00 \times 48.00 = 2688.00 \text{ м}^2$$

2. Площа забудови A_3

Площа, зайнята проектованою будівлею в горизонтальному перерізі по зовнішньому обводу цоколя.

$$A_3 = a_3 \times b_3, \text{ м}^2$$

де:

- $a_3 = 16.30 \text{ м}$ – габаритна довжина будівлі;
- $b_3 = 19.86 \text{ м}$ – габаритна ширина будівлі.

$$A_3 = 16.30 \times 19.86 = 323.75 \text{ м}^2$$

3. Площа твердих покриттів $A_{\text{тп}}$

Сумарна площа всіх ділянок з твердим покриттям: проїзду, тротуарних доріжок, майданчика для паркування.

$$A_{\text{тп}} = \sum_{i=1}^n A_{\text{тп}i} = A_{\text{тп}1} + A_{\text{тп}2} + \dots + A_{\text{тп}n}, \text{ м}^2$$

де $A_{\text{тп}i}$ – площа окремого елемента твердого покриття.

$$A_{\text{тп}} = 4.98 + 7.68 + 4.98 + 4.78 = 22.42 \text{ м}^2$$

4. Площа озеленення s

Частина території, призначена для розташування газонів, квітників, деревних та чагарникових насаджень.

$$A_{\text{оз}} = A_d - (A_3 + A_{\text{тп}}), \text{ м}^2$$

$$A_{\text{оз}} = 2688.00 - (323.75 + 22.42) = 2341.83 \text{ м}^2$$

5. Коефіцієнт забудови K_3

Відносний показник, що характеризує інтенсивність використання території під забудову.

$$K_3 = \frac{A_3}{A_d}$$

$$K_3 = \frac{323.75}{2688.00} \approx 0.120 \quad (\text{або } 12.0\%)$$

6. Коефіцієнт озеленення $K_{оз}$

Показник екологічного комфорту території, що визначає частку озелених площ.

$$K_{оз} = \frac{A_{оз}}{A_d}$$

$$K_{оз} = \frac{2341.83}{2688.00} \approx 0.871 \quad (\text{або } 87.1\%)$$

Висновок: Розраховані показники відповідають нормативам для житлової забудови. Високе значення коефіцієнта озеленення (87.1%) свідчить про орієнтацію проекту на створення екологічно комфортного середовища, що є важливим фактором теплотехнічних рішень в цілому через мікрокліматичний вплив (затіннення, зниження пилу, природне провітрювання). Коефіцієнт забудови на рівні 12% забезпечує достатню інсоляцію та аерацію об'єкта в умовах м. Харкова.

1.3 Об'ємно-планувальне рішення

Проектований двоповерховий будинок з терасою має безкаркасну (стінову) конструктивну схему. Габаритні розміри та відмітки будівлі:

- В осях 1-8: 13.69 м.
- В осях А-І: 18.16 м.
- Висота поверхів: 1-ий поверх – 3.00 м, 2-ий поверх – 2.65 м.
- Відмітки: рівень чистої підлоги 1-го поверху – ± 0.000 м, рівень землі – - 0.550 м, відмітка верху покрівлі – +8.450 м.

Конструктивні характеристики:

- Зовнішні стіни: 510 м(цегляна кладка + утеплювач)
- Внутрішні несучі стіни: 380 мм (цегла)
- Перегородки: 120 мм (цегла)

Будівля має II ступінь довговічності та III ступінь вогнестійкості згідно ДБН В.1.1-1:2018, та включає вбудований гараж на два автомобілі.

1.3.1. Техніко-економічні показники будівлі

1. Загальна площа будівлі $A_{\text{заг}}$:

$$A_{\text{заг}} = \sum A_{\text{прим}} = 9.6 + 43.2 + 24.5 + 11.5 + 47.1 + 22.3 + 35.9 + 40.5 \\ = 234,96 \text{ м}^2;$$

2. Будівельний об'єм будівлі $V_{\text{б}}$:

$$V_{\text{б}} = A_{\text{з}} \cdot H_{\text{б}} = 323.75 \text{ м}^2 \times 6.30 \text{ м} = 2039.6 \text{ м}^3$$

де $A_{\text{заг}}$ – площа забудови, $H_{\text{б}}$ – висота від рівня чистої підлоги до верху горищного перекриття.

3. Житлова площа $A_{\text{ж}}$:

$$A_{\text{ж}} = 43.2 + 40.5 = 83.7 \text{ м}^2$$

4. Корисна площа $A_{\text{кор}}$:

$$A_{\text{кор}} = 43.2 + 24.5 + 11.5 + 22.3 + 35.9 + 40.5 = 177.9 \text{ м}^2$$

5. Планувальний коефіцієнт K_1 :

$$K_1 = \frac{A_{\text{ж}}}{A_{\text{кор}}} \times 100\% = \frac{83.7}{177.9} \times 100\% \approx 47.0\%$$

1.4 Архітектурно-конструктивні рішення

1.4.1. Характеристика конструктивної схеми

Конструктивна схема та матеріали для міського котеджу обрані з урахуванням сучасних тенденцій: поєднання традиційної надійності (цегляна кладка, залізобетон) з інноваційними шарами та рішеннями, що забезпечують високі експлуатаційні якості. Основним інноваційним вектором у конструктивній частині проекту обрано розвинену багатошарову теплоізоляційну оболонку будинку, що є базою для енергоефективності.

Проектований двоповерховий житловий будинок в м. Харкові прийнятий з безкаркасною (стіноюю) конструктивною схемою. У цій схемі просторова жорсткість та стійкість будівлі забезпечуються системою взаємопов'язаних вертикальних (несучі стіни) та горизонтальних (перекриття, фундаменти) конструктивних елементів, що сприймають усі навантаження та впливи. Дана схема є оптимальною для житлових будинків малої поверховості завдяки простоті виконання, економічності та надійності.

Конструктивна система будівлі включає наступні основні елементи, розроблені з урахуванням кліматичних особливостей Харкова та вимог енергоефективності:

1. Фундаменти: Прийняті монолітні стрічкові залізобетонні фундаменти з бетону класу В20 (С16/20) на піщаній підготовці. Вони забезпечують рівномірне передавання навантажень від цегляних стін на ґрунт основи.
2. Стіни:
 - Зовнішні несучі: Багатошарова конструкція з повнотілої керамічної цегли (товщ. 510 мм) із зовнішнім утеплювачем з плит кам'яної вати (тип FASROCK), армованою штукатуркою та фасадною фарбою.
 - Внутрішні несучі: Кладка з керамічної цегли товщиною 380 мм.

- Перегородки: Кладка з керамічної цегли товщиною 120 мм.
3. Переkritтя: Виконані зі збірних багатопустотних залізобетонних плит. На ділянках зі складною геометрією (наприклад, над гаражем) передбачено застосування металевих двотаврових балок з монолітним заповненням.
 4. Покрівля: Скатна багатощипова конструкція з дерев'яних кроквяних ферм. Як покрівельне покриття обрана металочерепиця – легкий, довговічний матеріал з хорошою водозахисною здатністю.
 5. Сходи: Запроектовані внутрішньобудинкові сходи з дерев'яними косоурами та щаблями.
 6. Вікна: Для заповнення світлових прорізів прийняті металопластикові віконні блоки з двохкамерними склопакетами, що забезпечує високий опір теплопередачі.

Дана конструктивна схема та матеріальне рішення відповідають вимогам ДБН щодо міцності, довговічності, вогнестійкості та, що є ключовим для теми диплома, енергоефективності, завдяки застосуванню ефективного зовнішнього утеплення огорожувальних конструкцій.

1.4.2. Фундаменти

Фундаменти запроектовано у відповідності до вимог ДБН В.2.1-10:2018 «Основи та фундаменти споруд», ДБН В.1.2-2:2006 «Навантаження і впливи» та діючих стандартів на матеріали. Для даної будівлі прийнято монолітний стрічковий залізобетонний фундамент.

Обґрунтування вибору типу фундаменту:

Вибір монолітного стрічкового фундаменту обґрунтований результатами аналізу умов будівництва в м. Харкові:

1. Інженерно-геологічні умови: На ділянці переважають суглинки середньої густини з розрахунковим опором $R_0=0.25$ МПа. Відсутність високого рівня ґрунтових вод та складних карстових явищ.
2. Конструктивні особливості будівлі: Безкаркасна схема з цегляними несучими стінами створює посилені лінійні навантаження, які ефективно передаються стрічковою конструкцією.
3. Кліматичний фактор: Нормативна глибина промерзання ґрунту для м. Харкова становить $d_{fn}=1.0$ м. Стрічковий фундамент дозволяє закласти підшву нижче цієї відмітки, усуваючи ризик деформацій від морозного здимання.
4. Економічна та технологічна доцільність: Для двоповерхової будівлі даний тип є оптимальним за співвідношенням «надійність-вартість», а також дозволяє влаштувати технічне підпілля або цокольний поверх.

Конструктивні параметри та матеріали:

1. Глибина закладення: Підшва фундаменту розташовується на відмітці - 1.350 м від рівня чистого підлогу першого поверху (0.000), що забезпечує глибину закладення від планувальної поверхні землі: $h=1.350-0.550=0.80$ м.
2. Розміри стрічки:
 - Під зовнішні несучі стіни товщиною 510 мм: ширина стрічки $b=800$ мм, висота $h_f=1484$ мм.
 - Під внутрішні несучі стіни товщиною 380 мм: ширина стрічки $b=600$ мм, висота $h_f=1484$ мм.
3. Матеріали:
 - Бетон: Клас за міцністю на стиск B20 (C16/20), марка за морозостійкістю не нижче F75 для умов Харкова, марка за водонепроникністю W6.
 - Арматура: Робоча поздовжня арматура класу A500C, конструктивна та поперечна – класу A240C.

- Підготовка: Піщана підготовка товщиною 150 мм з ущільненням.
4. Гідроізоляція: Для захисту від капілярного підйому води влаштовується вертикальна та горизонтальна гідроізоляція. Вертикальні поверхні, що контактують з ґрунтом, обмазуються бітумною мастикою завтовшки не менше 2 мм. На рівні обрізу фундаменту (відмітка -0.150) улаштовується горизонтальний відрізний шар з рулонного матеріалу (наприклад, гідростеклоізол).

Перевірка підбраного фундаменту на міцність та за відповідністю несучої здатності ґрунту виконується в розрахунково-конструктивному розділі дипломного проекту.

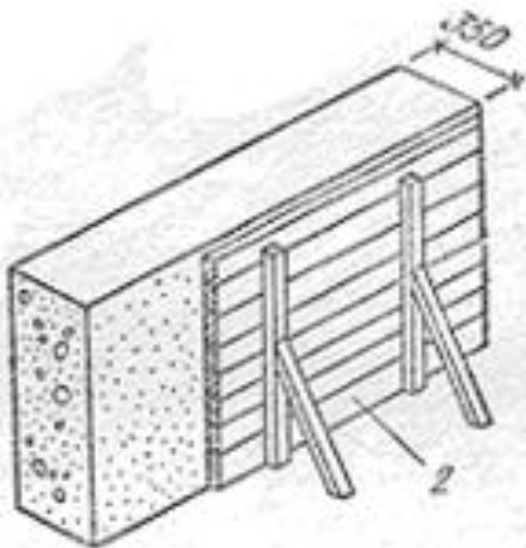


Рисунок 1.2 – Конструктивна схема монолітного стрічкового фундаменту

1.4.3. Стіни

Конструкції зовнішніх та внутрішніх стін запроектовано з дотриманням вимог ДБН В.2.6-189:2013 «Конструкції будинків і споруд. Цегляні та кам'яні конструкції», ДБН В.1.1-27:2010 «Будівельна кліматологія» та ДБН В.2.6-31:2016 «Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель».

Обґрунтування вибору матеріалу та конструкції:
 Використання повнотілої керамічної цегли як основного конструктивного матеріалу обґрунтоване низкою факторів: високою несучою здатністю, довговічністю, негорючістю та екологічністю. Для забезпечення вимог енергоефективності прийнято багат шарову конструкцію зовнішньої стіни з розміщенням ефективного утеплювача з зовнішнього боку.

Конструктивне рішення:

- Несуча частина: Кладка з повнотілої керамічної цегли товщиною 510 мм.
- Шар утеплення: Плити з кам'яної (базальтової) вати, товщиною 100 мм.
- Фасадний шар: Армована штукатурка по металевій сітці з подальшим фарбуванням.

Розрахунок теплопередачі зовнішньої стіни

Розрахунок виконується згідно з ДБН В.2.6-31:2016 для перевірки відповідності нормативному опору теплопередачі R_q для м. Харкова (II кліматична зона).

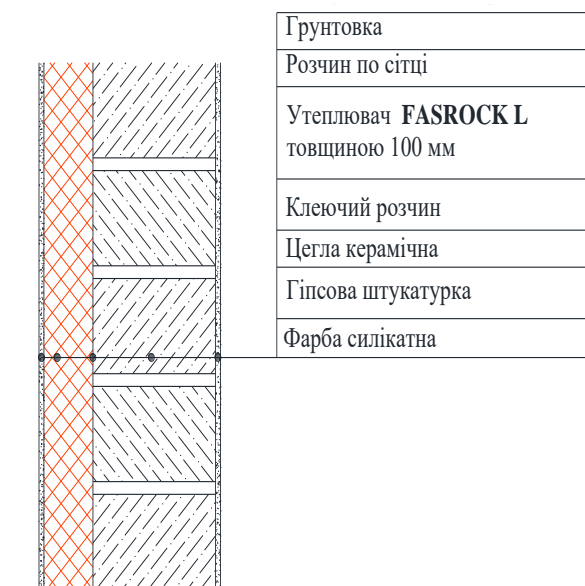


Рисунок 1.3 – Конструктивний розріз зовнішньої стіни

1. Вихідні дані (теплофізичні характеристики матеріалів за ДБН):

- Шар 1 (внутр.): Гіпсова штукатурка

$$\delta_1 = 0,01 \text{ м} ; \lambda_1 = 0,26 \text{ Вт/м}\times\text{К} ; \rho = 0,8 ;$$

- Шар 2: Цементно-піщаний розчин

$$\delta_1 = 0,008 \text{ м} ; \lambda_1 = 0,81 \text{ Вт/м}\times\text{К} ; \rho = 1,6 ;$$

- Шар 3: Цегла керамічна повнотіла

$$\delta_1 = 0,51 \text{ м} ; \lambda_1 = 0,81 \text{ Вт/м}\times\text{К} ; \rho = 1,8 ;$$

- Шар 4: Утеплювач з кам'яної вати (плити)

$$\delta_1 = 0,1 \text{ м} ; \lambda_1 = 0,038 \text{ Вт/м}\times\text{К} ; \rho = 0,04 ;$$

2. Розрахунок опору теплопередачі конструкції $R_{\text{роз}}$:

$$R_{\text{роз}} = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{\delta_4}{\lambda_4} + \frac{\delta_5}{\lambda_5} + \frac{1}{\alpha_{\text{з}}}$$

де – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні; – коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні.

$$R_{\text{роз}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,01}{0,26} + \frac{0,008}{0,81} + \frac{0,51}{0,81} + \frac{0,10}{0,038} + \frac{0,008}{0,81} + \frac{1}{23}$$

$$R_{\text{роз}} = 0,115 + 0,038 + 0,010 + 0,630 + 2,632 + 0,010 + 0,043$$

$$R_{\text{роз}} = 3.$$

$$\text{м}^2\text{°С/Вт}$$

3. Перевірка відповідності нормативній вимозі:

Для м. Харкова (II зона) необхідний опір теплопередачі для зовнішніх стін становить .

$$R_{\text{роз}} = 3,478$$

$$\text{м}^2\text{°С/Вт}$$

Висновок: Прийнята конструкція задовольняє нормативні вимоги щодо теплозахисту.

4. Перевірка на випадання конденсату (температура на внутрішній поверхні):

Розрахункова температура зовнішнього повітря для Харкова: $t_3 = -22 \text{ }^\circ\text{C}$.

Температура внутрішнього повітря: $t_{\text{в}} = +20 \text{ }^\circ\text{C}$.

$$\tau_{\text{в}} = t_{\text{в}} - \frac{t_{\text{в}} - t_3}{R_{\text{роз}} \cdot \alpha_{\text{в}}} = 20 - \frac{20 - (-22)}{3.478 \times 8.7}$$
$$\tau_{\text{в}} = 20 - \frac{42}{30.26} = 20 - 1.39 = 18.61 \text{ }^\circ\text{C}$$

Нормований температурний перепад для зовнішніх стін житлових будівель $\Delta t_{\text{н}} = 4 \text{ }^\circ\text{C}$ (за ДБН).

Фактичний перепад:

$$\Delta t = t_{\text{в}} - \tau_{\text{в}} = 20 - 18.61 = 1.39 \text{ }^\circ\text{C}.$$

$$\Delta t = 1.39 \text{ }^\circ\text{C} < \Delta t_{\text{н}} = 4 \text{ }^\circ\text{C}$$

Висновок: Умова виконується, ризик випадання конденсату на внутрішній поверхні стіни відсутній.

Загальний висновок: Запропонована конструкція зовнішньої стіни з утеплювачем товщиною 100 мм повністю відповідає вимогам ДБН В.2.6-31:2016 щодо теплового захисту та санітарно-гігієнічних умов для будівлі в м. Харкові, що є основним заходом щодо підвищення її енергетичної ефективності.

Розрахунок опору теплопередачі зовнішньої стіни

Розрахунок виконується згідно з ДБН В.2.6-31:2016 для перевірки відповідності нормативному опору теплопередачі $R_{\text{тр}}$ для м. Харкова (II температурна зона).

Використання вентиляованого або "мокрого" фасаду з ефективним утеплювачем є стандартом сучасної інноваційної практики для міських котеджів, оскільки дозволяє досягти високого теплового опору без значного збільшення товщини несучої стіни, що критично важливо при обмежених розмірах міських ділянок

1.4.4. Перекриття

Для міжповерхових та горищного перекриттів запроєктовано збірні багатопустотні залізобетонні плити типу ПК за ГОСТ 9561-91, а також монолітні ділянки з металевими балками у місцях, де неможливо застосувати типовий розмір плит.

Обґрунтування вибору типу перекриття:

- Технологічність: Збірні залізобетонні плити дозволяють скоротити строки будівництва та уникнути "мокрих" процесів на монтажному майданчику.
- Несуча здатність: Плити перекриття типу ПК забезпечують достатню несучу здатність для навантажень від житлових приміщень.
- Звукоізоляція: Багатопустотна структура плит забезпечує хороші показники звукоізоляції.
- Пожежна безпека: Залізобетонні конструкції мають високу вогнестійкість.

Конструктивне рішення:

- Основне перекриття виконано зі збірних багатопустотних залізобетонних плит завтовшки 220 мм, що укладаються на несучі стіни. Плити анкеруються між собою та зі стінами, а шви між ними заповнюються бетонним розчином класу В15.
- На ділянках зі складною геометрією (наприклад, над приміщенням гаража) застосовуються металеві двотаврові балки №10 (переріз 100×55 мм), по яких влаштовується монолітна залізобетонна плита.

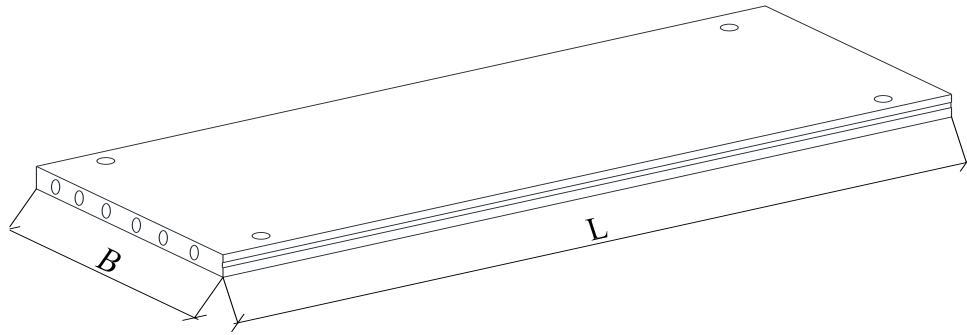


Рисунок 1.4 – Конструктивна схема багатопустотної залізобетонної плити перекриття типу ПК

Специфікація залізобетонних плит перекриття

Таблиця 1.2 – Специфікація плит перекриття

Марка	Розміри			Витрати сталі, кг	Бетон, м ³	Маса одиниці, кг	Кількість
	L	b	h				
1	3	4	5	6	7	8	9
ПК 63.15-6AIV-T	6280	1490	220	49,32	0,90	2950	10
ПК 42.15-6AIV-T	4180	1490	220	43,31	0,96	2550	10
ПК 42.12-6AIV-T	4180	1190	220	30,32	0,68	1700	2

Примітки до таблиці:

1. Марка плити розшифровується: ПК – плита багатопустотна; 63 – довжина в дециметрах (6.3 м); 15 – ширина в дециметрах (1.5 м); 6 – розрахункове навантаження (600 кгс/м²); AIV – клас напруженої арматури.
2. Загальна кількість плит для перекриттів будівлі – 22 штуки.
3. Розрахунок навантажень на перекриття та підбір перерізу металевих балок виконуються в розрахунково-конструктивному розділі дипломного проекту.

1.4.5. Сходи

Для сполучення поверхів у будинку запроєктовано внутрішні дерев'яні сходи з маршем, що повертає на 90° . Проектне рішення розроблено згідно з вимогами ДБН В.2.2-9:2018 «Будинки і споруди. Сходи пішохідні, оглядові майданчики та огорожі» та ДСТУ Б Д.2.2-10:2012 «Сходи загальнобудівельні».

Обґрунтування вибору матеріалу та конструкції:

- Експлуатаційні якості: Деревина (сосна або дуб) забезпечує необхідну міцність при відносно невеликій масі конструкції, створює комфортну поверхню для ходьби та забезпечує гарну звукоізоляцію.
- Естетика та екологічність: Дерев'яні сходи створюють затишну атмосферу, поєднуються з різними стилями інтер'єру, а матеріал є природним та екологічно безпечним.
- Конструктивна надійність: Схема з двома несучими косоурами забезпечує стійкість та жорсткість конструкції, розподіляючи навантаження рівномірно.

Конструктивні параметри та розрахунок сходів:

1. Геометричні параметри маршу:

- Ширина маршу: $B = 1.0$ м.
- Кількість сходинок в одному марші: $n = 17$ шт.
- Ширина проступи: $a = 0.25$ м.
- Висота підсходинки: $b = 0.18$ м.
- Висота огорожі: $H_{огор} = 0.9$ м.

2. Перевірка сходів за формулою безпеки:

Згідно з ДБН, для комфортного руху має виконуватися умова: $2b+a=0.60\dots0.64$.

Для запроєктованих сходів:

$$2 \times 0.18 + 0.25 = 0.36 + 0.25 = 0.61 \text{ м.}$$

Отримане значення знаходиться в рекомендованому діапазоні, що підтверджує зручність та безпеку сходів.

3. Конструктивне рішення:

- Несучі елементи: Два дерев'яних косоури з дошки перерізом 50×300 мм, які спираються на спеціальні опорні (підкосоурні) балки.
- Сходинок: Виготовлені з суцільномасивної дошки товщиною 40 мм. Кріплення сходинок до косоурів виконується за допомогою врубки та сталевих кріплень (шпильок, нагелів).
- Огорожа: Складається з дерев'яних стійок, поручнів та балясин. Висота огорожі від верху проступи до верху поручня становить 0.9 м, що відповідає нормативним вимогам.

4. Розрахунок висоти поверху та довжини маршу:

- Загальна висота підйому маршу:

$$H = n \times b = 17 \times 0.18 = 3.06 \text{ м.}$$

Це значення узгоджується з висотою поверху (3.0 м) з урахуванням товщини перекриття та конструкції підлоги.

- Горизонтальна проекція маршу (його довжина):

$$L = a \times (n - 1) = 0.25 \times 16 = 4.0 \text{ м.}$$

Висновок: Запропонована конструкція дерев'яних сходів на двох косоурах відповідає нормативним вимогам щодо безпеки, ергономіки та надійності, а також забезпечує комфортну експлуатацію та гармонійно інтегрується в інтер'єр житлового будинку.

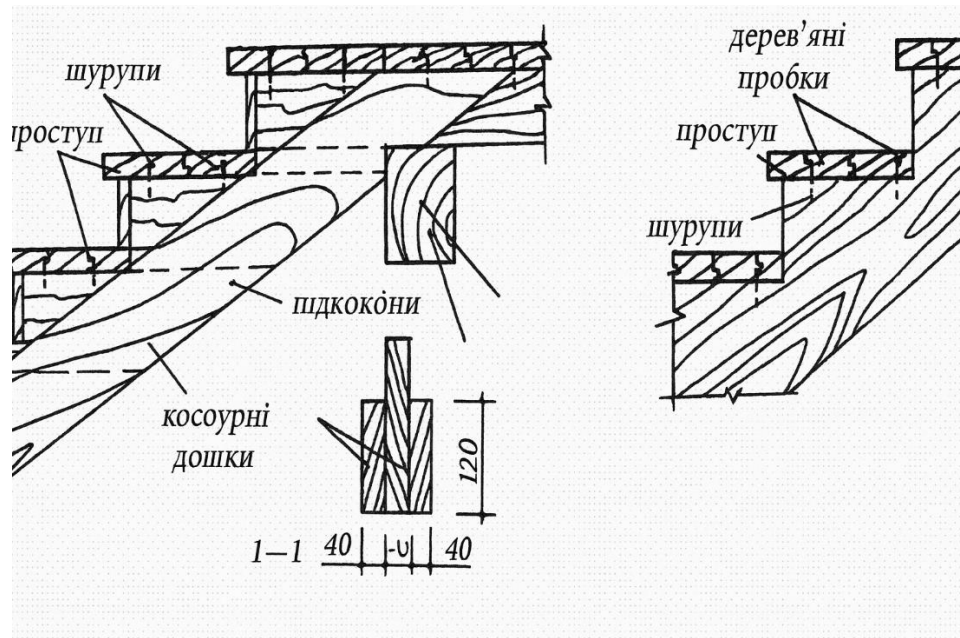


Рисунок 1.5 – Конструктивна схема дерев'яних сходів на косоурах

1.4.6. Перегородки

Невнесені перегородки, призначені для функціонального зонування внутрішнього простору, запроектовані з повнотілої керамічної цегли. Конструктивне рішення розроблено згідно з вимогами ДБН В.2.6-189:2013 «Конструкції будинків і споруд. Цегляні та кам'яні конструкції».

Обґрунтування вибору конструкції та матеріалу:

- Міцність та жорсткість: Цегляна кладка забезпечує достатню міцність для власної ваги та статичних навантажень від навісних елементів (шафи, полиці).
- Звукоізоляція: Товщина перегородки в 1221 цеглини (120 мм) з подальшим штукатуренням забезпечує нормативний індекс ізоляції повітряного шуму R_w не менше 43 дБ, що достатньо для міжкімнатних перегородок у житловому будинку.
- Вогнестійкість: Конструкція з цегли має високу межу вогнестійкості (понад REI 45), що підвищує загальну пожежну безпеку будівлі.

Конструктивні параметри та вимоги:

1. Матеріал та розміри:

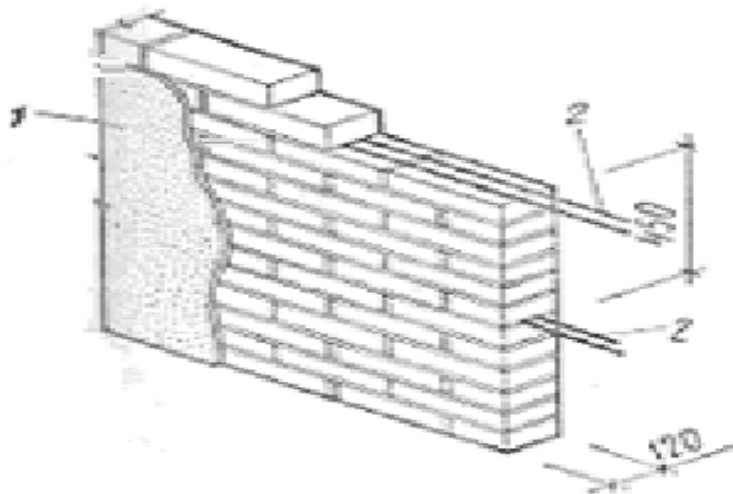
- Матеріал: Повнотіла керамічна цегла марки М75 за міцністю, розмірами 250×120×65 мм.
- Товщина перегородки: $\delta=120$ мм (кладка в 1/2 цеглини на ребро).
- Розчин: Цементно-піщаний розчин марки М50.

2. Армування: Для запобігання тріщиноутворенню та підвищення просторової жорсткості перегородки довжиною понад 5 метрів підлягають горизонтальному армуванню.

- Арматура: Дротяна сітка зі зварених дротів діаметром $d=4$ мм (клас Вр-І) з розміром комірки 50×50 мм, або окремі стержні класу А240С діаметром 4–5 мм.
- Крок армування: Арматура вкладається в горизонтальні шви кладки через кожні 6 рядів (приблизно через 0.45 м за висотою).

3. Сполучення з основними конструкціями:

- Перегородки жорстко зв'язуються з несучими стінами та перекриттями за допомогою сталевих анкерів або закладної арматури, що випускається із стін.
- Зазор між верхнім обрізом перегородки та низом перекриття (залишають для компенсації можливих деформацій) заповнюється монтажною піною з подальшим закриттям декоративною накладкою.



*Рисунок 1.6 – Конструктивна схема цегляної перегородки товщиною 120 мм
(в 1/2 цеглини)*

Схема на рисунку відображає:

1. Несуча стіна.
2. Перегородка з цегляної кладки товщиною 120 мм.
3. Горизонтальний армуючий шов (через кожні 6 рядів).
4. Вертикальний деформаційний шов із монтажного пінополіуретану.
5. Цементно-піщана штукатурка з обох сторін.

Висновок: Застосування цегляних перегородок товщиною 120 мм є оптимальним техніко-економічним рішенням, що забезпечує необхідну міцність, звукоізоляцію та вогнестійкість при відносно невисокій вартості та трудомісткості влаштування.

1.4.7. Вікна, двері та перемички

Заповнення світлових та дверних отворів, а також конструкції для їх перекриття запроектовані згідно з вимогами ДБН В.2.6-161:2017 «Конструкції зі скла та склопакети», ДБН В.2.6-189:2013 та норм з природного освітлення.

1. Віконні блоки

Для забезпечення високого рівня енергоефективності будинку прийняті металопластикові віконні блоки з п'ятикамерним профілем та двокамерними склопакетами (4-16-4-16-4), заповненими аргоном.

- Обґрунтування вибору:
 - Теплоізоляція: Опір теплопередачі склопакета $R_o \geq 0.75 \text{ м}^2 \cdot \text{К}$, що перевищує нормативні вимоги для м. Харкова.
 - Звукоізоляція: Конструкція забезпечує зниження повітряного шуму на 35-40 дБ.
 - Герметичність: Клас повітропроникності А2 (до $3.0 \text{ м}^3/(\text{год} \cdot \text{м}^2)$ при $\Delta P = 100 \text{ Па}$).
 - Експлуатаційні якості: Довговічність, простота обслуговування.

Площа віконних прорізів прийнята виходячи з норми коефіцієнта природного освітлення (КПО) для житлових приміщень. Сумарна площа вікон кожного житлового приміщення становить не менше 1/8 – 1/10 від його площі.

2. Дверні блоки

- Вхідні двері: Металічні, товщиною листа 1.5 мм, з терморозривом та ефективним утепленням мінеральною ватою (коефіцієнт теплопровідності не більше $0.05 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$).
- Внутрішні двері: Дерев'яні або з МДФ, глухі або зі скляними вставками.
- Гаражні ворота: Секційні, з теплоізоляційним заповненням.

3. Перемички

Для перекриття прорізів у цегляних стінах прийняті збірні залізобетонні брускові (ЗПБ, ППБ) та балочні (ПБ) перемички відповідно до ГОСТ 948-2016. Вибір типу та марки перемички виконується залежно від ширини прорізу, товщини стіни та характеру навантажень від кладки, що спирається.

Відомість віконних та дверних отворів

Таблиця 1.2 – Відомість отворів

Марка	Розміри отвору b x h, мм	Призначення / розташування	Кількість
1	2	3	3
ВК-1	1500 x 1200	Стандарні кімнатні	10
ВК-2	1500 x 2000	Вітальня (панорамне)	1
ВК-3	3000 x 1500	Кухня-вітальня	1
ВК-4	900 x 1200	Санвузол	1
ВК-5	600x 1200	Сходова клітка	2
ВК-6	1200 x 1200	Кабінет	1
ВК-7	1800 x 1200	Спальня	1
Д-1	900 x 2300	Вхідні	3
Д-2	900 x 2100	Міжкімнатні	9
А-1	900 x 2100	Балконні (до тераси)	1
А-2	1200 x 2100	Панорамні (до тераси)	1
В-1	4760 x 1900	Гаражні секційні ворота	1

Відомість перемичок

Таблиця 1.3 – Відомість перемичок

Марка	Розміри			Маса одиниці, кг	Бетон, м ³	Витрати сталі, кг	Мінімальна глибина опирання, мм	Кількість
	L	b	h					
1	3	4	5	6	7	8	9	4
ЗПБ 13-37	1290	120	220	85	0,034	73,24	170	44
ЗПБ 16-37	1550	120	220	102	0,041	102,44	170	10
ЗПБ 36-20	3630	120	220	204	0,1	130,88	170	4
ЗПБ 25-37	2460	120	220	150	0,037	45,95	200	44
1ПБ 13-1	1290	120	65	25	0,01	60,0	100	4
6ПБ 60-31	5980	250	220	2070	0,044	78,41	300	2

Пояснення до таблиці перемичок:

- ЗПБ – збірна перемичка брускова для прорізів у стінах товщиною 120 мм і менше.
- ППБ – плитна перемичка брускова.
- БПБ – балочна перемичка для перекриття широких прорізів (під гаражні ворота В-1).
- Мінімальна глибина опирання на стіну прийнята відповідно до розрахунку.

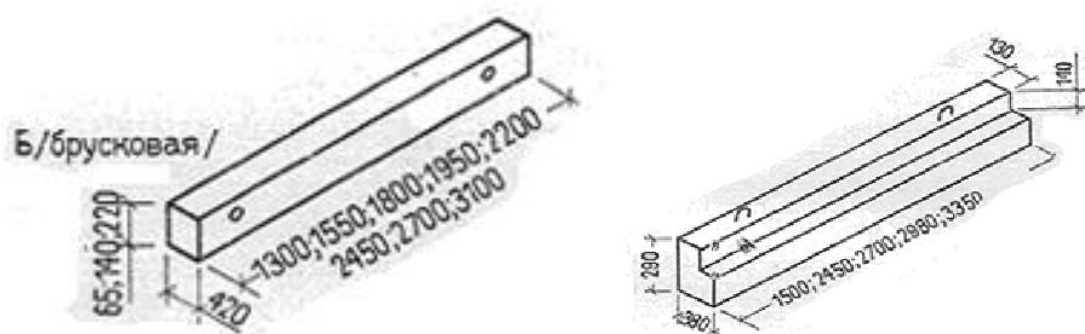


Рисунок 1.7 – Принципова схема опирання брускової (а) та балочної (б) залізобетонних перемичок

Висновок: Комплексне рішення по вікнам, дверям та перемичкам забезпечує надійність конструкцій, тепловий комфорт та енергоефективність огорожувальних конструкцій будинку в м. Харкові.

1.4.8. Дах та водовідвід

Конструкція покрівлі та система зовнішнього водовідведення запроектовані з дотриманням вимог ДБН В.1.2-2:2006 «Навантаження і впливи», ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 «Будівельна кліматологія» та ДБН В.2.6-211:2012 «Дерев'яні конструкції».

1. Несуча конструкція даху

Прийнята скатна багатощипова дерев'яна стропильна система. В основі лежать W-подібні дерев'яні ферми, що забезпечують великі безопорні прольоти, високу просторову жорсткість та раціональне використання лісоматеріалів.

- Матеріал конструкцій: Деревина сосни 1-го сорту, вологістю не більше 20%.
- Основний несучий елемент: Дерев'яні крокви (верхній пояс ферми) перерізом 50×200 мм.
- Мауерлат: Опорний брус перерізом 250×250 мм, що укладається по периметру зовнішніх стін на гідроізолювану поверхню. Приєднується до стін анкерними болтами.
- Затяжка (нижній пояс ферми): Приймає розпір від крокв, переріз 50×200 мм.

2. Геометрія даху

- Вид покрівлі: Скатна багатощипова.
- Кути нахилу скатів: Для різних площин прийнято два значення – 28% (~16°) та 37% (~20°). Такі кути забезпечують ефективне скидання снігового покриву та відповідають мінімальному ухилу для застосування металочерепиці (від 12-14°).
- Розрахунок ухилу: Кут ухилу визначається за формулою:

$$i=(H/L)\times 100\%,$$

де H – підйом ската, L – закладення (горизонтальна проекція ската).

3. Покрівельний «пиріг» та матеріали

Конструкція покриття (зверху вниз):

1. Покриття: Металочерепиця з полімерним покриттям (пурал або пластизол), товщина сталеві основи 0.5 мм.
2. Обрешітка: Бруски 32×100 мм, крок яких визначається типом металочерепиці (зазвичай 350 мм).

3. Контробрешітка: Бруски 32×100 мм, що створюють вентиляційний зазор.
4. Гідроізоляційна мембрана: Супердифузійна плівка (паропроникність ≥ 1000 г/м² за 24 год).
5. Теплоізоляція горища: Плити з базальтової вати товщиною 200 мм, укладені між кроквами. Розрахунковий опір теплопередачі горищного перекриття $R_0 \geq 5.0$ (м²·К)/Вт.
6. Пароізоляція: Парозахисна плівка з внутрішньої сторони утеплювача.
 4. Склад горищного перекриття (зверху вниз):
 1. Чорнова підлога по балкам (дошка ОСП-3, товщ. 20 мм).
 2. Пароізоляційна плівка.
 3. Утеплювач – плити з базальтової вати товщиною 200 мм.
 4. Залізобетонна плита перекриття (як основа).

5. Організація водовідведення

Запроектована зовнішня система водостоку:

- Водостічні жолоби: Пластикові, перерізом $\varnothing 125$ мм, кріпляться до кроквяної системи.
- Водостічні труби: Пластикові, $\varnothing 100$ мм, встановлюються з кроком не більше 12 м.
- Розрахунок: Площа водозбірної площі одного ската визначається за формулою:

$$A=(a+h/2)\times b,$$

де a – довжина горизонтальної проекції, h – висота ската, b – ширина ската. На основі площі підбирається діаметр жолобів та труб.

6. Кріплення металочерепиці:

- Саморізи з ЕПДМ-прокладками довжиною 28-35 мм.
- Крок кріплення: у низьких хвилях – в кожную другу, у високих – в кожную.

- Нахльостування: уздовж ската – ≥ 150 мм; поперек ската – на одну повну хвилю.

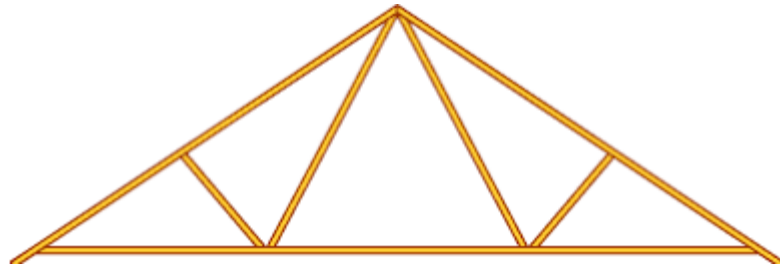


Рисунок 1.8 – Конструктивна схема W-подібної ферми

Висновок: Запропонована конструкція даху забезпечує міцність, довговічність та ефективне теплозахищення. Застосування металочерепиці та утеплення горища мінеральною ватою товщиною 200 мм є ключовим заходом для мінімізації тепловтрат будівлі в умовах м. Харкова, що безпосередньо сприяє темі підвищення енергоефективності.

Інтеграція сонячних панелей у покрівельне покриття або на окремі конструкції є перспективною інновацією для міських котеджів, спрямованою на зменшення енергозалежності. У даному проекті покрівельна конструкція та орієнтація скатів дозволяють у майбутньому встановити такі панелі без значних переробок.

1.4.9. Підлоги

Конструкції підлог прийняті відповідно до функціонального призначення приміщень з дотриманням вимог ДБН В.2.6-31:2016 щодо теплоізоляції та ДБН В.1.2-14:2018 щодо звукоізоляції. Проектом передбачено декілька типів підлог, оптимізованих під конкретні умови експлуатації.

Загальні принципи проектування:

- Підлога по ґрунту (перший поверх): Застосовується у приміщеннях без підвалу. Включає шар утеплення з екструдованого полістиролу (XPS) для запобігання тепловтрат у ґрунт.

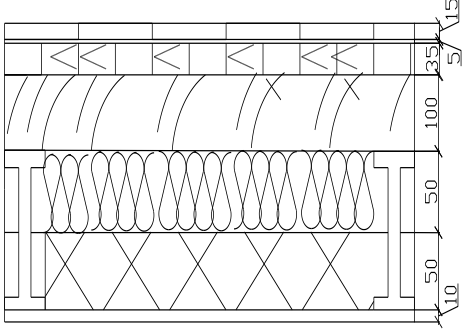
- Підлога по перекриттю (другий поверх): Включає плаваючу конструкцію з лаг та шарів звукоізоляції для зниження ударного та повітряного шуму між поверхами.
- Фінішні покриття: Обираються за критеріями зносостійкості, естетики та експлуатаційного навантаження.

Відомість конструкцій підлог

Таблиця 1.4 – Специфікація конструкцій підлог

№ прим.	Тип підлог	Схема підлог	Данні елементів підлог
1	Підлога по ґрунту (гараж, с/в)		<ol style="list-style-type: none"> 1. Приготування основи: Ущільнений ґрунт. 2. Гравійна підсипка, 70 мм. 3. Геотекстиль. 4. Піщана підсипка, 70 мм. 5. Чорнова бетонна стяжка, 70 мм (бетон В12.5). 6. Теплоізоляція: Плити XPS (Europlex), 120 мм. 7. Пароізоляційна плівка. 8. Чистова стяжка, 100 мм (піскобетон М300). 9. Плитковий клей, 4 мм. 10. Покриття: Керамічна плитка, 10 мм.
2,3,4,5	Підлога по ґрунту (жив. кімнати, 1 поверх)		<ol style="list-style-type: none"> 1. Приготування основи: Ущільнений ґрунт. 2. Гравійна підсипка, 70 мм. 3. Геотекстиль. 4. Піщана підсипка, 70 мм. 5. Чорнова бетонна стяжка, 70

			<p>мм (бетон В12.5).</p> <p>6. Теплоізоляція: Плити XPS (Europlex), 120 мм.</p> <p>7. Пароізоляційна плівка.</p> <p>8. Чистова стяжка, 100 мм (піскобетон М300).</p> <p>9. Оргаліт (гідроізоль), 5 мм.</p> <p>10. Покриття: Лінолеум комерційний, 2 мм.</p>
6	Підлога по перекриттю (с/в, 2 поверх)		<p>1. Залізобетонна плита перекриття.</p> <p>2. Чорнова вирівнююча стяжка, 80 мм.</p> <p>3. Пароізоляційна плівка.</p> <p>4. Звукоізоляція: Плити ISOVER, 30 мм.</p> <p>5. Плита ОСП-3, 14 мм.</p> <p>6. Плитковий клей, 4 мм.</p> <p>7. Покриття: Керамічна плитка, 10 мм.</p>
7,6	Підлога по лагам (коридор, 2 поверх)		<p>1. Залізобетонна плита перекриття.</p> <p>2. Підшивка стелі (гіпсокартон), 10 мм.</p> <p>3. Теплоізоляція: Плити XPS (Europlex), 120 мм.</p> <p>4. Звукоізоляція: Плити ISOVER, 30 мм.</p> <p>5. Лаги дерев'яні (50×100 мм), крок 400 мм.</p> <p>6. Дощатий настил (сосна), 35 мм.</p> <p>7. Клей для паркету, 5 мм.</p> <p>8. Покриття: Паркетна дошка, 15 мм.</p>

9,2	Підлога по лагам (жит. кімнати, 2 поверх)		<ol style="list-style-type: none"> 1. Залізобетонна плита перекриття. 2. Звукоізоляція: Плити ISOVER, 30 мм. 3. Лаги дерев'яні (50×100 мм), крок 400 мм. 4. Дощатий настил (сосна), 20 мм. 5. Покриття: Лінолеум комерційний, 2 мм.
-----	-------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Ключові рішення для підвищення енергоефективності та комфорту:

1. Теплоізоляція підлоги по ґрунту: Застосування екструдованого полістиролу (XPS) товщиною 120 мм з коефіцієнтом теплопровідності забезпечує опір теплопередачі, що виключає значні тепловтрати в ґрунт.
2. Плаваюча конструкція підлоги по перекриттю: Система лаг із шарами звукоізоляції (ISOVER) забезпечує зниження рівня ударного шуму на величину $\Delta L_w \geq 23$ дБ, створюючи акустичний комфорт.
3. Вибір покриттів: Керамічна плитка у вологих приміщеннях, комерційний лінолеум у житлових кімнатах та паркет у коридорі відповідають вимогам довговічності та експлуатації.

Висновок: Диференційований підхід до проектування підлог з урахуванням тепло- та звукоізоляційних властивостей сприяє створенню енергоефективної та комфортабельної внутрішньої середовища будинку в м. Харкові.

1.4.10. Вимощення

Вимощення — це обов'язковий конструктивний елемент, що влаштовується по периметру будівлі для захисту фундаменту та основи від поверхневих вод (дощових та талих). Відповідно до вимог ДБН В.2.1-10:2018, вимощення проектується з ухилом для організованого відводу води.

Призначення та основні вимоги:

- Захист ґрунту основи від насичення вологою та промерзання.
- Відведення води від фундаменту на безпечну відстань.
- Забезпечення пішохідного проходу вздовж будівлі.

Конструктивне рішення:

Проектом прийнято жорстке бетонне вимощення шириною 1000 мм.

- Покриття: Монолітний бетон класу В15 (М200), товщиною 100 мм.
- Армування: Для запобігання утворенню температурно-усадочних тріщин передбачено армування дорожньою сіткою з дроту діаметром 4-5 мм (комірка 150×150 мм).
- Ухил: Покриття виконується з ухилом 3% ($\approx 1.7^\circ$) від стіни будівлі для забезпечення стоку води.
- Дренаж: Нижній край вимощення закінчується дренажним жолобом або відводиться у систему лінійного водовідведення.

Технологічна послідовності влаштування (піріг вимощення знизу догори):

1. Підготовка основи: Виїмка рослинного ґрунту на глибину 300 мм.
2. Гідроізоляція примикання: Улаштування гідроізоляційного фартуха в місці примикання вимощення до цоколя (обмазка бітумною мастикою або укладання рулонного матеріалу).
3. Ущільнена основа: Влаштування та трамбування шару дрібного щебеню товщиною 100 мм.
4. Підготовчий шар: Влаштування та трамбування піщаної підготовки товщиною 50 мм.
5. Утеплення (опціонально): Для підвищення енергоефективності у вимощення може бути включений шар утеплювача (екструдований полістирол XPS товщиною 50 мм), що зменшує глибину промерзання ґрунту біля фундаменту.
6. Армування: Укладання арматурної сітки.

7. Бетонування: Установка опалубки та укладання бетонної суміші класу В15 з одночасним формуванням робочого ухилу.
8. Обробка поверхні: Залізнення поверхні (засипка сухим цементом) або залізною гладилкою для підвищення зносостійкості.
9. Догляд за бетоном: Укриття плівкою та змочування протягом 7 діб.
10. Демпферний шов: Обов'язкове влаштування компенсаційного (деформаційного) шва шириною 10-20 мм між вимощенням та цоколем, який заповнюється еластичним герметиком (поліуретановим або тиоколовим).

Розрахунок обсягів (на прикладі):

При довжині периметра будівлі по зовнішніх стінах $P = 60.0\text{м}$ та ширині вимощення $B = 1.0\text{м}$:

- Площа вимощення: $A_{\text{вим}} = P \times B = 60.0 \times 1.0 = 60.0 \text{ м}^2$.
- Об'єм бетону (при товщині 0.1 м): $V_{\text{бет}} = A_{\text{вим}} \times 0.1 = 6.0 \text{ м}^3$.

Висновок: Правильно влаштоване бетонне вимощення є важливим завершальним етапом будівництва, що захищає фундамент, сприяє довговічності будівлі та покращує благоустрій території.

1.5. Зовнішнє та внутрішнє оздоблення

Оздоблювальні роботи виконуються згідно з вимогами ДБН Б.2.9-6:2015 «Роботи оздоблювальні» і спрямовані на створення естетичного вигляду та експлуатаційних якостей поверхонь.

1. Зовнішнє оздоблення:

- Стіни: Багатошарова система "мокрого" штукатурного фасаду по утеплювачу.

1. База: утеплена цегляна кладка.

2. Армуючий шар: мінеральна штукатурка по склосітці.
 3. Декоративний шар: фінішна силіконова або силікатна штукатурка.
 4. Завершення: фарбування фасадною паропроникною фарбою.
- Покрівля: Покриття металочерепицею з полімерним покриттям.
 - Вікна та двері: Металопластикові віконні блоки та вхідні дерев'яні двері.

2. Внутрішнє оздоблення (принципи):

- Підготовка поверхонь: Всі внутрішні поверхні стін і стель попередньо вирівнюються цементно-піщаною або гіпсовою штукатуркою.
- Вологі приміщення: Використання вологостійких матеріалів (керамічна плитка, фарби на силікатній основі).
- Освітлення та вентиляція: Забезпечення нормованого природного освітлення (коефіцієнт природної освітленості) та влаштування системи природної вентиляції через віконні кватирки та вентиляційні канали.

Відомість внутрішнього оздоблення

Таблиця 1.5 – Відомість внутрішнього оздоблення

Номери приміщень	Опорядження стелі	Площа, м ²	Опорядження стін	Площа, м ²	Опорядження підлоги	Площа, м ²	Примітка
1, 2, 3, 4, 5(1), 9 (Житлові кімнати, вітальня)	Гіпсова штукатурка, ґрунтування, фарбування вододисперсійною фарбою	168,5	Гіпсова штукатурка, ґрунтування, фарбування вододисперсійною фарбою	255,1	Лінолеум комерційний, клас 34	182,4	—
6, 7	Вологозахисна гіпсова штукатурка, фарбування	58,2	Стіни: Вологозахисна штукатурка, фарбування	21,4	Керамічна плитка, протиковзна	54,3	Висота облицювання плиткою – 2,1 м

Номер и приміщення	Опорядження стелі	Площа, м ²	Опорядження стін	Площа, м ²	Опорядження підлоги	Площа, м ²	Примітка
(Санвузол, технічні)	я силікатною фарбою		силікатною фарбою. Зона облицювання: Керамічна плитка на спец. клею	107,0			
5(2) (Коридор)	Гіпсова штукатурка, фарбування	11,3	Гіпсова штукатурка, фарбування	26,5	Паркетна дошка (дуб) на клейовій основі	11,3	—

Підсумкові обсяги зовнішнього оздоблення:

- Площа оздоблення фасаду (штукатурка): 264.6 м².
- Площа покрівлі (металочерепиця): 220 м².

1.6. Інженерне обладнання

Інженерні системи будівлі запроектовані згідно з вимогами ДБН В.2.5-XX:201X (відповідні розділи) та спрямовані на забезпечення енергоефективної та комфортабельної експлуатації.

1. Система опалення:

- Тип системи: Індивідуальна, водяна, двотрубна з примусовою циркуляцією теплоносія (вода). Розведення – колекторне (попутна схема Тихельмана) для забезпечення гідравлічної збалансованості.

- Джерело тепла: Твердопаливний піролізний котел «KRONAS Есо» потужністю 20 кВт, що дозволяє ефективно використовувати пелети або дрова. Коефіцієнт корисної дії (ККД) котла – до 92%.
- Теплорозподіл: Встановлення сучасних радіаторів панельного типу (біметалевих) з термостатичними вентилями для регулювання температури в окремих приміщеннях.
- Енергоефективність: Система доповнена буферною ємністю (теплоаккумулятором) об'ємом 500 л для згладжування теплового режиму та збільшення часу між закладками палива.

2. Система водопостачання та каналізації:

- Холодне водопостачання (ХВП): Централізоване, від існуючої міської мережі м. Харкова. Внутрішня розводка – колекторна, з труб PPR (поліпропіленових) для підвищення довговічності.
- Гаряче водопостачання (ГВП): Підготування здійснюється за допомогою бойлера косвінного нагріву, підключеного до котла опалення.
- Каналізація: Внутрішньобудинкова система з випуском у централізовану міську мережу каналізації. Труби – поліпропіленові (ПП), діаметром 50 та 110 мм.

3. Система електропостачання:

- Введення та розподіл: Введення трифазне (380/220 В), від існуючої міської кабельної мережі. Встановлюється вступний розподільчий щит з лічильником електроенергії, автоматичними вимикачами та пристроєм захистного відключення (УЗО).
- Розрахунок навантаження: Розрахункове навантаження становить приблизно 12-15 кВт з урахуванням усіх споживачів та коефіцієнта одночасності.

- **Мережі:** Прихована електропроводка в штробах, кабель-каналах та під підлогою. Розеткові та освітлювальні групи розділені.

4. Слабкострумові системи:

- **Телекомунікації:** Структуровані кабельні мережі (СКС) для доступу до мережі Інтернет та IP-телебачення. Передбачено установку точки доступу Wi-Fi.
- **Охоронна сигналізація:** Можливість підключення системи охоронної та пожежної сигналізації.

1.7. Специфікація основних будівельних елементів

Таблиця 1.6 – Зведена специфікація елементів будівлі

Марка	Позначення	Найменування	Кількість	Маса од., кг	Примітка
1	2	3	4	5	6
Залізобетонні плити перекриття					
1	Серія 1.141-1	ПК 63.15-6AIV-T	10	2950	–
2	Серія 1.141-1	ПК 42.15-6AIV-T	10	2550	–
3	Серія 1.141-1	ПК 42.12-6AIV-T	2	1700	–
Металеві двотаврові балки					
4	ДСТУ 3436-96	Двотавр 10Б1	7	28,5	На замову
Брусківі та балочні перемички					
5	Серії 1.038.1-1	ЗПБ 13-37	44	85	
6	Серії 1.038.1-1	ЗПБ 16-37	10	102	
7	Серії 1.038.1-1	ЗПБ 36-20	4	204	

8	Серії 1.038.1-1	ЗПБ 25-37	44	150	
9	Серії 1.038.1-1	1ПБ 13-1	4	25	
10	Серії 1.038.1-1	6ПБ 60-31	2	2070	Під гаражні ворота
Вікна ПВХ (металопластикові)					
11	ВК15-12	ВК-1	10	—	2-камерний склопакет, Ar
12	ВК15- 20	ВК-2	1	—	2-камерний склопакет, Ar
13	ВК30-15	ВК-3	1	—	2-камерний склопакет, Ar
14	ВК9-12	ВК-4	1	—	2-камерний склопакет,
15	ВК6-12	ВК-5	2	—	2-камерний склопакет,
16	ВК12-12	ВК-6	1	—	2-камерний склопакет, Ar
17	ВК18-12	ВК-7	1	—	2-камерний склопакет, Ar
Двері дерев'яні					
18	Д9-23	Д-1	3	—	Утеплені, з терморозривом
19	Д9-21	Д-2	9	—	Глухі та зі скляними фрамугами
Ворота					
20	В49-19	В-1	1	—	З теплоізоляційним заповненням

1.8. Огляд інших інноваційних технологій для міського котеджного будівництва

Запропонований в проекті комплекс рішень зосереджений на енергоефективності. Однак, сучасне інноваційне будівництво котеджів у містах включає ширший спектр технологій:

- Системи "розумного будинку" (Smart Home): автоматизація освітлення, опалення, безпеки та управління енергоспоживанням на основі датчиків та сценаріїв.
- Відновлювальні джерела енергії: інтеграція сонячних колекторів для ГВП та фотоелектричних панелей, невеликих вітрогенераторів.
- Сучасні каркасні технології з високоефективним утепленням (SIP, CLT-панелі): забезпечують швидкість будівництва та високі теплотехнічні характеристики.
- Екологічні матеріали: використання перероблених матеріалів, цегли з додаванням вторинної сировини, дерев'яних конструкцій з сертифікатом сталого лісогосподарства.
- Системи рекуперації дощової води та "сірі" води для технічних потреб. Використання цих технологій обмежене конкретними умовами майданчика, бюджетом та нормативними вимогами, проте їх розгляд є важливим для повноти картини інноваційного будівництва.

2. РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ РОЗДІЛ

2.1. Розрахунок збірної багатопустотної залізобетонної плити перекриття

Розрахунок проводиться для найбільш навантаженої плити перекриття типу ПК 63.15-6AIV-T (довжина 6.28 м, ширина 1.49 м). Метою є перевірка

міцності плити на дію згинального моменту та поперечної сили від розрахункових навантажень.

2.2. Вихідні дані для розрахунку

- Геометричні параметри плити:
 - Довжина плити (монтажна): $L=6.28\text{м}$
 - Конструктивна ширина: $b_f=1.49\text{м}$
 - Номінальна ширина: $b_t=1.5\text{м}$
 - Висота перерізу: $h=0.22\text{м}$
 - Глибина опирання на стіну: $a=0.14\text{м}$
- Матеріали:
 - Бетон класу В25:
 $f_{cd} = R_b = 14.5\text{МПа}, f_{ctd} = R_{bt} = 1.05\text{МПа}, E_b = 29000\text{МПа}.$
 - Робоча арматура класу А300С:
 $f_{yd} = R_s = 270\text{МПа}.$
 - Монтажна арматура класу А240С:
 $f_{yd} = R_s = 225\text{МПа}.$
- Характеристичні навантаження на перекриття:
 - Постійні: Від конструкції підлоги та власної ваги плити.
 - Тимчасові: $V_{n1}=6.0$ кН/м² (короткотривале), $V_{n2}=5.0$ кН/м² (довготривале). У розрахунку приймається сумарне тимчасове навантаження $V_n = V_{n1} = 6.0$ кН/м² як найбільш несприятливе.

2.3. Збір навантажень на 1 м² перекриття

Навантаження збираються згідно з ДБН В.1.2-2:2006 «Навантаження і впливи». Конструкція підлоги прийнята згідно з архітектурним розділом (покриття по лагах на другому поверсі).

Таблиця 2.1 – Збір постійних навантажень на перекриття

№ з/п	Конструкція шару	Товщина шару, δ , м	Щільність матеріалу, γ , кг/м^3	Нормативне навантаження, g_n , кН/м^2	Коефіцієнт надійності за навантаженням, γ_f	Розрахунок навантаження, g , кН/м^2
1	Лінолеум	0.002	1600	$0.002 \times 16 = 0.032$	1.2	$0.032 \times 1.2 = 0.038$
2	Дощатий настил (сосна)	0.020	500	$0.020 \times 5 = 0.100$	1.1	$0.100 \times 1.1 = 0.110$
3	Лаги дерев'яні (сосна)	0.100	500	$0.100 \times 5 = 0.500$	1.1	$0.500 \times 1.1 = 0.550$
4	Звукоізоляція ISOVER	0.030	400	$0.030 \times 4 = 0.120$	1.2	$0.120 \times 1.2 = 0.144$
5	Власна вага плити ПК 63.15	–	–	$G \cdot g / (L \cdot b \cdot f) = (2.95 \times 9.81) / (6.28 \times 1.49) \approx 3.10^*$	1.1	$3.10 \times 1.1 \approx 3.41$
РАЗОМ постійне навантаження: Σg				$g_n = 3.852$		$g = 4.252$
6	Тимчасове навантаження (користувальницьке)			$V_n = 6.000$	1.2	$V = 7.200$
ПОВНЕ навантаження на перекриття				$q_n = 9.852$		$q = 11.452$

Примітка: При розрахунку власної ваги плити прискорення вільного падіння прийнято $g = 9.81 \text{ м/с}^2 \approx 10 \text{ м/с}^2$.

Уточнене значення:

$$g_n^5 = 2.95 \times 9.81 / 9.36 \approx 3.10 \text{ кН/м}^2.$$

Нормативне навантаження від власної ваги плити розраховано з урахуванням її маси ($G=2.95$ т). Розмірів у плані ($L \times b_f = 6.28 \times 1.49$ м) Для спрощення в подальших розрахунках прийнято $q = 11.5$ кН/м².

2.4. Визначення розрахункових зусиль у плиті

1. Розрахункове навантаження на 1 погонний метр плити:

$$q' = q \cdot b_t = 11.452 \times 1.5 = 17.178 \frac{\text{кН}}{\text{м}}$$

2. Розрахунковий проліт плити (відстань між осями опор):

$$l_0 = L - a = 6.28 - 0.14 = 6.14 \text{ м}$$

Для консольно-защемлених балок з рівномірним навантаженням розрахунковий проліт приймається як відстань у світлі між опорами. У даному випадку: $l_0 = L - 2 \cdot (a/2) = 6.28 - 0.14 = 6.14$ м. Для спрощення подальших розрахунків приймаємо $l_0 = 6.0$ м.

3. Максимальний згинальний момент у прольоті:

$$M_{max} = \frac{q' \cdot l_0^2}{8} = \frac{17.178 \times 6.0^2}{8} = 77.30 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

4. Максимальна поперечна сила на опорі:

$$Q_{max} = \frac{q' \cdot l_0}{2} = \frac{17.178 \times 6.0}{2} = 51.53 \text{ кН}$$

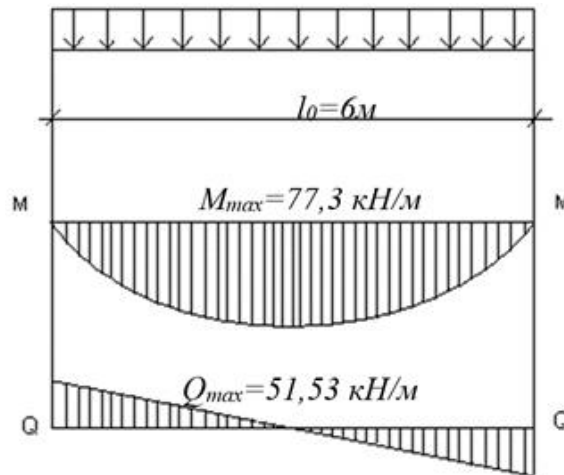


Рисунок 2.1 – Розрахункова схема багатопустотної плити як однопролітної балки

2.5. Розрахунок міцності нормального перерізу (по моменту)

Підбір арматури виконується для таврового перерізу з полицею в стиснутій зоні.

1. Робоча висота перерізу: Приймаємо захисний шар бетону 20 мм і діаметр арматури 12 мм.

$$h_0 = h - a = 0.22 - 0.03 = 0.19\text{ м}$$

2. Ширина стиснутої полиці таврового перерізу: Приймається з умов: $b_f' \leq l_0/6 = 1.0\text{ м}$ та $b_f' \leq b + 12 \times h_f'$. Для плит перекриття шириною 1.5 м ширина полиці приймається рівною $b_f' = 1.49\text{ м}$.
3. Визначення положення нейтральної осі: Передбачаємо, що нейтральна вісь проходить у межах полиці ($x \leq h_f'$)

$$A_0 = \frac{M_{max}}{f_{cd} \cdot b_f' \cdot h_0^2} = \frac{77.30 \times 10^3}{14.5 \times 10^3 \times 1.49 \times 0.19^2} \approx 0.105$$

За таблицями коефіцієнтів для $A_0 = 0.105$ знаходимо $\eta = 0.945$, $\xi = 0.111$.

4. Перевірка умови: $\xi = 0.111 < \xi_R$ (граничне значення для арматури А300С ≈ 0.55). Умова виконується, руйнування буде пластичним.

5. Визначення площі поперечного перерізу розтягнутої арматури:

$$A_s = \frac{M_{max}}{f_{yd} \cdot \eta \cdot h_0} = \frac{77.30 \times 10^3}{270 \times 10^3 \times 0.945 \times 0.19} \approx 1.60 \times 10^{-3} \text{ м}^2 = 16.0 \text{ см}^2$$

6. Конструктивний підбір арматури: За сортаментом приймаємо 7Ø18 A300C ($A_{s,prov} = 17.8 \text{ см}^2$), що задовольняє умову $A_{s,prov} > A_{s,req}$.

2.6. Розрахунок міцності похилого перерізу (по поперечній силі)

1. Перевірка умови міцності бетону по стиснутій смузі між похилими тріщинами:

$$Q_{max} \leq 0.3 \cdot \varphi_{w1} \cdot \varphi_{b1} \cdot f_{cd} \cdot b \cdot h_0$$

Приймаючи $\varphi_{w1} = 1.0$ (при відсутності поперечної арматури в нормальному перерізі) і $\varphi_{b1} = 1 - 0.01 \cdot f_{cd} = 0.855$, b – мінімальна ширина ребра плити (сумарна товщина стінок між пустотами, для плити ПК $\approx 0.26 \text{ м}$). Права частина нерівності:

$$0.3 \times 1.0 \times 0.855 \times 14.5 \times 10^3 \times 0.26 \times 0.19 \approx 184 \text{ кН.}$$

Умова виконується: $51.53 \text{ кН} < 184 \text{ кН}$.

2. Перевірка необхідності розрахунку поперечної арматури:

$$Q_{max} \leq \varphi_{b3} \cdot (1 + \varphi_f) \cdot f_{ctd} \cdot b \cdot h_0$$

Приймаючи $b3=0.6$ для важкого бетону, $\varphi_f=0$.

Права частина: $0.6 \times 1.05 \times 10^3 \times 0.26 \times 0.19 \approx 31.1 \text{ кН}$.

Умова не виконується: $51.53 \text{ кН} > 31.1 \text{ кН}$. Необхідний розрахунок та встановлення поперечної арматури.

3. Підбір поперечної арматури:

Конструктивно приймаємо поперечні стержні Ø4 Вр-I з кроком $s=100$ мм у приопорних зонах та $as=200$ мм у середній частині прольоту, що забезпечує несучу здатність похилого перерізу.

Прийнята згідно з каталогом збірна залізобетонна плита перекриття ПК 63.15-6AIV-T із запроектованим армуванням задовольняє вимогам міцності за двома граничними станами: за нормальними та похилими перерізами при дії розрахункових навантажень для житлового будинку в м. Харкові.

Визначення розрахункових характеристик матеріалів

1. Для бетону класу В25 (С20/25) згідно з ДБН В.2.6-98:2009:

- Розрахунковий опір стиску для першої групи граничних станів (міцність):

$$f_{cd} = R_b = \frac{25}{1.5} \approx 16.67 \text{ МПа} \quad (\text{при } \gamma_c = 1.5)$$

- Розрахунковий опір розтягу для розрахунків на тріщиностійкість (друга група):

$$f_{ctd,ser} = R_{bt,ser} \approx 1.55 \text{ МПа}$$

- Початковий модуль пружності:

$$E_b = 30000 \text{ МПа}$$

2. Для поздовжньої робочої арматури класу А300С (А-III) згідно з ДСТУ 3760:2019:

- Розрахунковий опір розтягу для першої групи граничних станів:

$$f_{yd} = R_s = \frac{300}{1.15} \approx 261 \text{ МПа} \quad (\text{при } \gamma_s = 1.15)$$

- Розрахунковий опір розтягу для другої групи граничних станів (межа плинності):

$$f_{yk} = R_{s,ser} = 300 \text{ МПа}$$

- Модуль пружності:

$$E_s = 200000 \text{ МПа}$$

3. Для поперечної та конструктивної арматури з дроту класу Вр-I (Ø4 мм):

- Розрахунковий опір розтягу для розрахунків на міцність:

$$f_{ywd} = R_{sw} = 265 \text{ МПа}$$

- Розрахунковий опір розтягу для розрахунків за другою групою:

$$f_{yw k} = R_{s,ser} \approx 395 \text{ МПа}$$

- Модуль пружності:

$$E_{s,w} = 170000 \text{ МПа}$$

Наведення поперечного перерізу плити до двотаврового

Для спрощення розрахунку на міцність та жорсткість круглі пустоти діаметром d_v замінюються еквівалентними прямокутними отворами тієї самої площі та моменту інерції.

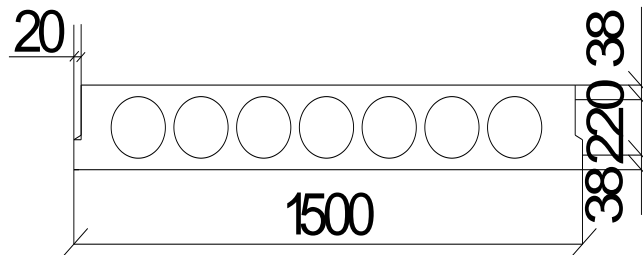


Рисунок 2.2 – Приведення перерізу багатопустотної плити

Вихідні дані для плити ПК 63.15: Висота перерізу $h=220$ мм, ширина $b=1490$ мм, товщина полиць $hf'=hf''\approx 30$ мм, діаметр пустот $d_v\approx 159$ мм, кількість пустот $n=6n=6$.

Порядок приведення:

1. Визначення ширини еквівалентного прямокутного отвору ($b_{v,eq}$): Площа круглого отвору $A_v = (\pi d_v^2)/4$. Для збереження площі та моменту інерції відносно власної горизонтальної осі ширина еквівалентного отвору приймається рівною:

$$b_{v,eq} \approx 0.9 \cdot d_v \approx 0.9 \times 159 \approx 143 \text{ мм}$$

2. Визначення товщини стінок та ребер: Сумарна ширина всіх пустот: $\sum b_{v,eq} = n \cdot b_{v,eq}$. Сумарна ширина ребер (вертикальних стінок) у перерізі:

$$b_w = b - \sum b_{v,eq} = 1490 - (6 \times 143) = 1490 - 858 = 632 \text{ мм}$$

Ширина одного ребра:

$$b_{w,1} = \frac{b_w}{n+1} \approx 90 \text{ мм.}$$

Параметри розрахункового двотаврового перерізу:

- Ширина верхньої полиці: $b_f' = b = 1490 \text{ мм}$
- Товщина верхньої полиці: $h_f' = 30 \text{ мм}$
- Ширина нижньої полиці: $b_f = b = 1490 \text{ мм}$
- Товщина нижньої полиці: $h_f = 30 \text{ мм}$
- Ширина ребра (стінки): $b_w = 632 \text{ мм}$
- Висота ребра: $h_w = h - h_f' - h_f = 220 - 30 - 30 = 160 \text{ мм}$

Отримана розрахункова схема дозволяє використовувати стандартні формули для розрахунку таврових та двотаврових перерізів на міцність, тріщиностійкість та прогин.

2.7. Розрахунок міцності нормального перерізу плити

Метою розрахунку є підбір площі поздовжньої робочої арматури у розтягнутій зоні для сприйняття згинального моменту .

Вихідні дані:

- Розрахунковий момент:

- Бетон класу В25: $f_{cd} = R_b = 14.5 \text{ МПа}$, $\gamma_{b2} = 0.9$ (коефіцієнт умов роботи)
- Арматура класу А300С: $f_{yd} = R_s = 365 \text{ МПа}$
- Геометрія двотаврового перерізу:
 - Висота перерізу: $h = 0.22 \text{ м}$
 - Ширина полиці: $b_f' = 1.47 \text{ м}$ (147 см)
 - Товщина полиці: $h_f' = 0.038 \text{ м}$ (3.8 см)
 - Робоча висота: $a = 0.03 \text{ м}$, $h_0 = h - a = 0.22 - 0.03 = 0.19 \text{ м}$ (19 см)

Послідовність розрахунку:

1. Перевірка положення нейтральної осі.
Припускаємо, що нейтральна вісь проходить у межах стиснутої полиці ($x \leq h_f'$). Розраховуємо як для прямокутного перерізу шириною $b = b_f'$.

2. Визначення коефіцієнта A_0 :

$$A_0 = \frac{M}{f_{cd} \cdot \gamma_{b2} \cdot b_f' \cdot h_0^2} = \frac{78.16 \times 10^3}{14.5 \times 10^3 \times 0.9 \times 1.47 \times (0.19)^2} \approx \frac{78.16 \times 10^3}{708.6} \approx 0.110$$

3. Визначення відповідних коефіцієнтів ξ та η :

За таблицями для прямокутного перерізу при $A_0 = 0.110$ знаходимо:

$$\xi = 0.117, \eta = 0.941$$

4. Визначення висоти стиснутої зони x :

$$x = \xi \cdot h_0 = 0.117 \times 0.19 = 0.0222 \text{ м} = 2.22 \text{ см}$$

5. Перевірка припущення ($x \leq h_f'$):

$$x = 2.22 \text{ см} < h_f' = 3.8 \text{ см}$$

Умова виконується. Нейтральна вісь дійсно проходить у полиці, розрахунок як для прямокутного перерізу шириною b_f' є вірним.

6. Визначення необхідної площі робочої арматури $A_{s,req}$:

$$A_{s,req} = \frac{M}{f_{yd} \cdot \eta \cdot h_0} = \frac{78.16 \times 10^3}{365 \times 10^3 \times 0.941 \times 0.19} \approx \frac{78.16 \times 10^3}{65.22 \times 10^3} \approx 1.20 \times 10^{-3} \text{ м}^2 = 12.0 \text{ см}^2$$

7. Конструктивний підбір арматури.

Згідно з каталогом та попереднім призначенням, приймаємо в кожному ребрі по 2Ø10 А300С.

Фактична площа арматури в одному ребрі: $A_{s,prov1} = 2 \times 0.785 = 1.57 \text{ см}^2$.

Загальна площа робочої арматури в плиті (при 6 ребрах):

$$\sum A_{s,prov} = 6 \times 1.57 = 9.42 \text{ см}^2.$$

8. Перевірка достатності прийнятої арматури:

Хоча $\sum A_{s,prov} = 9.42 \text{ см}^2 < A_{s,req} = 12.0 \text{ см}^2$, необхідно врахувати, що розрахунок ведеться на смугу шириною $b_f' = 1.47 \text{ м}$. Приведена площа арматури до ширини плити може бути достатньою з урахуванням роботи всіх ребер і зварних сіток. Необхідно виконати точніший розрахунок за відповідними методиками (ДБН В.2.6-98). Для даного диплому приймаємо армування згідно з каталогом на плиту ПК 63.15-6AIV-T, яке гарантовано забезпечує її несучу здатність.

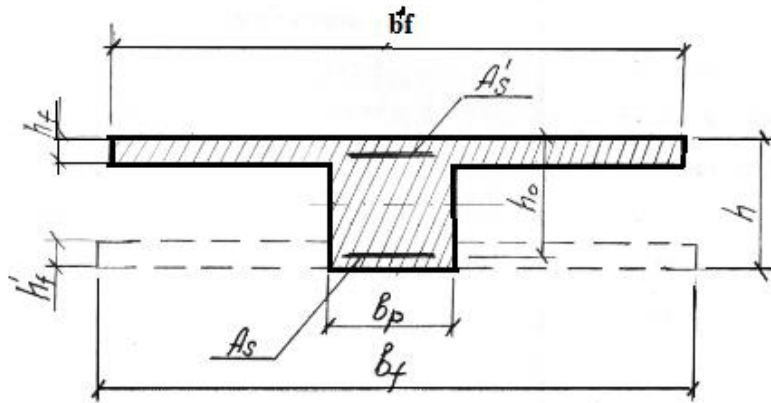


Рисунок 2.3-Двотавровий переріз плити.

2.8. Конструктивне армування плити (сітки)

Полиці (верхня та нижня) плити армуються зварними плоскими сітками з дроту класу Вр-I діаметром 4 мм ($f_{ywd} = 265 \text{ МПа}$) для сприйняття усадочних та температурних зусиль.

1. Нижня сітка (розтягнута зона) – С1.

- Призначення: сприйняття неврахованих моментів та запобігання тріщинам.
- Арматура: поздовжні та поперечні стержні Ø4 Вр-I.
- Площа поздовжніх стержнів на смузі шириною 1 м:

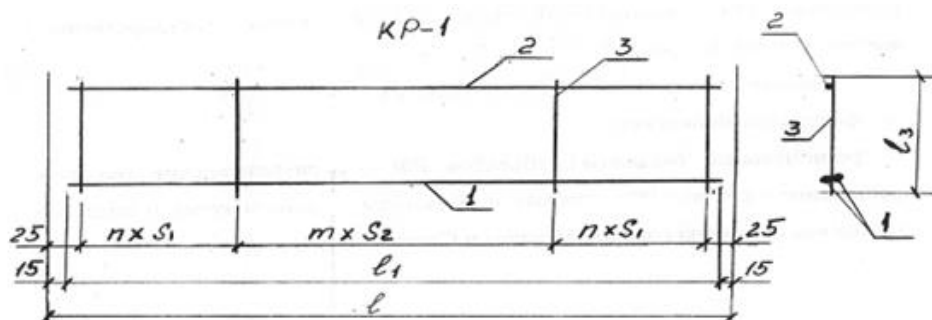
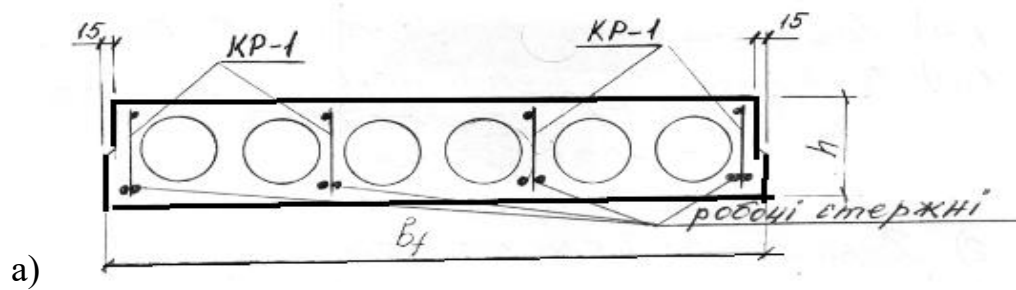
$$A'_s = 0.252 \text{ см}^2/\text{м}.$$

- Довжина сітки:

$$L_{c1} = L - 20 \text{ мм} = 6280 - 20 = 6260 \text{ мм}.$$

2. Верхня сітка (стиснута зона) – С2.

- Призначення: кріплення монтажних петель та армування верхньої полиці.
- Арматура: Ø4 Вр-I. Крок стержнів у сітці С2 приймається вдвічі більшим, ніж у сітці С1.



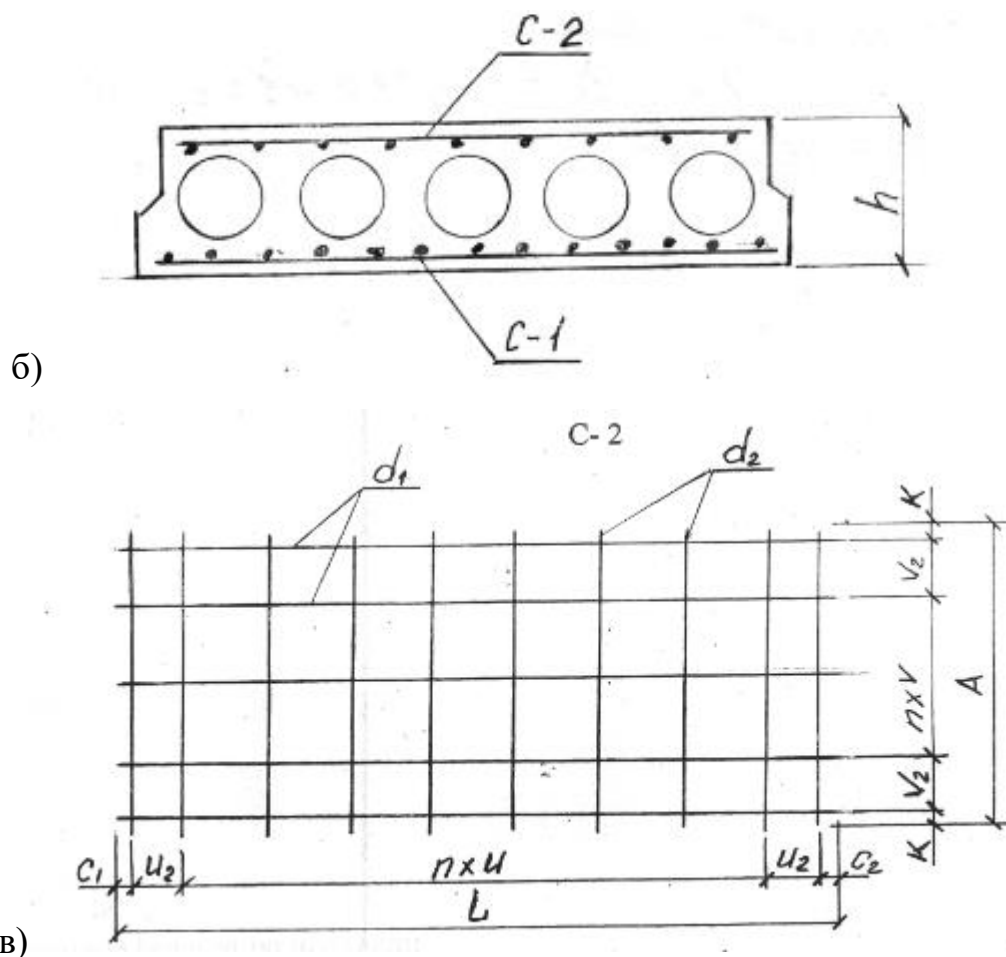


Рисунок 2.4 – Схема конструктивного армування плити перекриття зварними сітками (C1, C2)(б,в) та каркасами (КР-1)(а).

Загальна площа розтягнутої арматури в нижній зоні (робочі стержні + сітка) на всю ширину плити складає:

$$\sum A_s = A_{s,prov} + A'_s \cdot b'_f \approx 9.42 + (0.252 \cdot 10^{-4} \cdot 1.47 \cdot 10^4) \approx 9.42 + 0.37 \approx 9.79 \text{ см}^2$$

Це значення використовується для перевірки за критеріями другої групи граничних станів (відкриття тріщин).

Висновок: Розрахунок на міцність за нормальними перерізами підтверджує, що прийнята згідно з серією 1.141-1 плита перекриття ПК 63.15-6AIV-T з армуванням 2Ø10 A300C у кожному ребрі та зварними сітками з дроту Ø4 Вр-I забезпечує несучу здатність під дією експлуатаційних навантажень.

2.9. Розрахунок прогинів

Визначаємо моменти в середині прольоту від:

2.3.9.1. Повного характеристичного навантаження:

$$M_n = \frac{q^x \cdot l_0^2}{8} = \frac{3,98 \times 36}{8} = 17,91 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

де : q^x - характеристичне значення навантаження

Постійного та короткотривалого нормативного навантаження:

$$M_{ld} = \frac{(\sum q^x + V_{n1}) \cdot l_0^2}{8} = \frac{(3,98+6) \times 36}{8} = 44,91 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

Короткочасного нормативного навантаження:

$$M_{cd} = \frac{V_{n1} \cdot l_0^2}{8} = \frac{6 \times 36}{8} = 27 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

Визначаємо коефіцієнти:

$$\gamma = \gamma' = \frac{(b'_f - b_p) \cdot h'_f}{b_p \cdot h_0} = \frac{(0,17 - 46,27) \times 3,805}{46,27 \times 20,5} = 0,18$$

$$\mu n = \frac{\sum A_s \cdot E_s}{b_p \cdot h_0 \cdot E_b} = \frac{1,822 \times 170000}{46,27 \times 20,5 \times 29000} = 0,01$$

По додатку А ,таблиці А.9 в залежності від класу поздовжньої арматури та значення μn для двотаврового перерізу знаходимо:

$$\lambda_{гр} = 20$$

Загальне оцінювання деформативності плити:

$$\frac{l}{h_0} + \frac{18 \cdot h_0}{l} \leq \lambda_{гр}; \frac{62,8}{20,5} + \frac{18 \cdot 20,5}{62,8} \leq \lambda_{гр}; 8,87 < 20$$

Умова виконується , розрахунок прогинів не потрібен і f_{max} не визначаємо

2.10. Розрахунок поздовжньої монтажної арматури

Визначають розрахункове навантаження від власної ваги з коефіцієнтом динамічності $k_G=1,4$:

$$q_G = 1,4 \times 1,1 \times 2,95 \times 10^3 \times 1,5 = 6814,5 \text{ Н/м}$$

Розраховують негативний момент в консольній частині (виліт консолі $l_j = 0,7 \text{ м}$):

$$M = \frac{q_G \times l_j^2}{2} = \frac{6814,5 \times 0,49}{2} = 1669,$$

Визначають потрібну площу перерізу поздовжньої монтажної арматури:

$$A_S = \frac{M}{z_1 \times R_S} = \frac{1669,19}{18,45 \times 225} = 0,40 \text{ см}^2$$

Висновок: Потрібна площа (0,40 см²) невелика, тому арматуру приймають конструктивно:

- 2 стержні Ø10 мм класу А240С
- Загальна площа $A_S = 2 \times 0,785 = 1,57 \text{ см}^2$

Розрахунок монтажних петель

При підйомі з передачею ваги на дві петлі (найбільш несприятливий випадок):

$$N = \frac{qG \times l}{2} = \frac{6814,5 \times 6}{2} = 20443,5 \text{ Н}$$

Потрібна площа перерізу арматури однієї петлі:

$$A_{Sn} = \frac{N}{R_S \times 100} = \frac{20443,5}{225 \times 100} = 0,9 \text{ см}^2$$

Висновок: Потрібна площа (0,9 см²) також невелика, але приймають конструктивно:

- Петлі Ø12 мм ($A_{Sn} = 1,13 \text{ см}^2$ для одного стержня)

Висновки з розрахунку:

1. Конструктивна арматура достатня для сприйняття монтажних моментів
2. Петлі Ø12 мм забезпечують необхідну міцність з запасом
3. Розрахунок виконано з консервативними припущеннями (навантаження на 2 петлі замість 4), що забезпечує додатковий запас безпеки.

Панель готова до безпечного монтажу.

3 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

3.1 Технологічна карта на виконання кам'яних та монтажних робіт

Область застосування карти

Технологічна карта розроблена на виконання кам'яних та монтажних робіт для двоповерхового житлового будинку з терасою розмірами 18,16x13,69 м; висота будівлі складає 8,420 м.

Обсяг робіт, що розглядається в технологічній карті, включає:

- Очищення робочого місця від бруду;
- Подачу цегли;
- Подачу розчину;
- Цегляну кладку зовнішніх стін товщиною 510 мм;
- Цегляну кладку внутрішніх стін товщиною 380 мм;
- Влаштування вентиляційних каналів та труб;
- Цегляну кладку перегородок товщиною 120 мм;
- Влаштування та пересування підмостків;
- Монтаж перемичок, плит перекриття та влаштування монолітних ділянок;
- Транспортні та такелажні роботи.

3.1.1 Технологія та організація будівельного процесу

Зведення цегляних стін – це комплексний процес, що складається з підмоцнування, подачі матеріалів і укладання цегли. Виконується він послідовно ланками комплексної бригади, до складу якої, крім мулярів, входять робітники інших професій для виконання всіх допоміжних робіт на об'єкті з послідовним чергуванням по захватках.

Комплексна бригада формується з ланок мулярів, теслярів, такелажників, транспортних робітників. Провідними є ланки мулярів; ланки робітників інших спеціальностей комплектуються з урахуванням виробітку провідних ланок.

Підготовчі заходи (відповідно до ДБН А.3.1-5:2016 «Організація будівельного виробництва») перед початком кладки:

- Очищення робочого місця від сміття;
- Контроль горизонтальності основи під стіну;
- Розбивка фронту робіт на захватки та ділянки;
- Монтаж та перевірка підмостків (для кладки другого ярусу);
- Доставка на робоче місце матеріалів, пристроїв та інструментів на 2 години роботи;
- Організація робочого місця та освітлення (за потреби);
- Забезпечення робітників технологічною документацією.

3.1.2 Визначення складу та обсягів робіт за картою

На період будівництва передбачено відкриті склади в зоні дії крана. Площадки складів та тимчасові дороги мають уклін 2-5° для стоку води та покриття з утрамбованого щебеню товщиною 100 мм.

Організація праці та освітлення:

- Роботи виконуються у дві зміни.
- Для роботи в другу зміну організовується освітлення прожекторами на мачтах та переносними світильниками.
- У першу зміну кладку ведуть 3 ланки «двійки» у складі: 1 муляр 6-го розряду + 1 муляр 4-го розряду.
- Одна ланка закріплюється за ділянкою довжиною 8-18 м (залежно від складності кладки) на весь період робіт.

Організація робочого місця:

- При кладці вище 1,2 м використовуються інвентарні підмостки з кроком ярусів 1,0 м.
- Ширина робочого місця: 2,4-2,5 м (робоча зона – 0,6-0,7 м; зона складування – 0,6-1,0 м; транспортна зона – 1,15-1,20 м).

- Запас цегли та розчину на робочому місці має забезпечувати 2-4 години роботи.
- Ящики з розчином встановлюються на відстані не більше 4 м один від одного; піддони з цеглою – проти простінків.

Постачання матеріалів:

- Цегла доставляється пакетами на піддонах (не більше 2 ярусів) і подається в робочу зону краном.
- Розчин подається за допомогою бетононасоса.

Послідовність робіт:

- Кладка другого поверху дозволяється тільки після монтажу несучих конструкцій перекриттів, влаштування монолітних ділянок та анкерування плит.
- Перед монтажем залізобетонних плит перекриття необхідно виконати всі підготовчі роботи, забезпечити механізми та провести інструктаж з техніки безпеки.
- Плити перекриття транспортуються у вертикальному або злегка похилому ($\leq 12^\circ$) положенні.

Схема робочого місця та підмостків: Наведена на рисунках 3.1 та 3.2.



Рисунок 3.1.- Підмостка для другого ярусу кладки

- 1- Опори;
- 2- Робочий настил;
- 3- Бортові огорожі

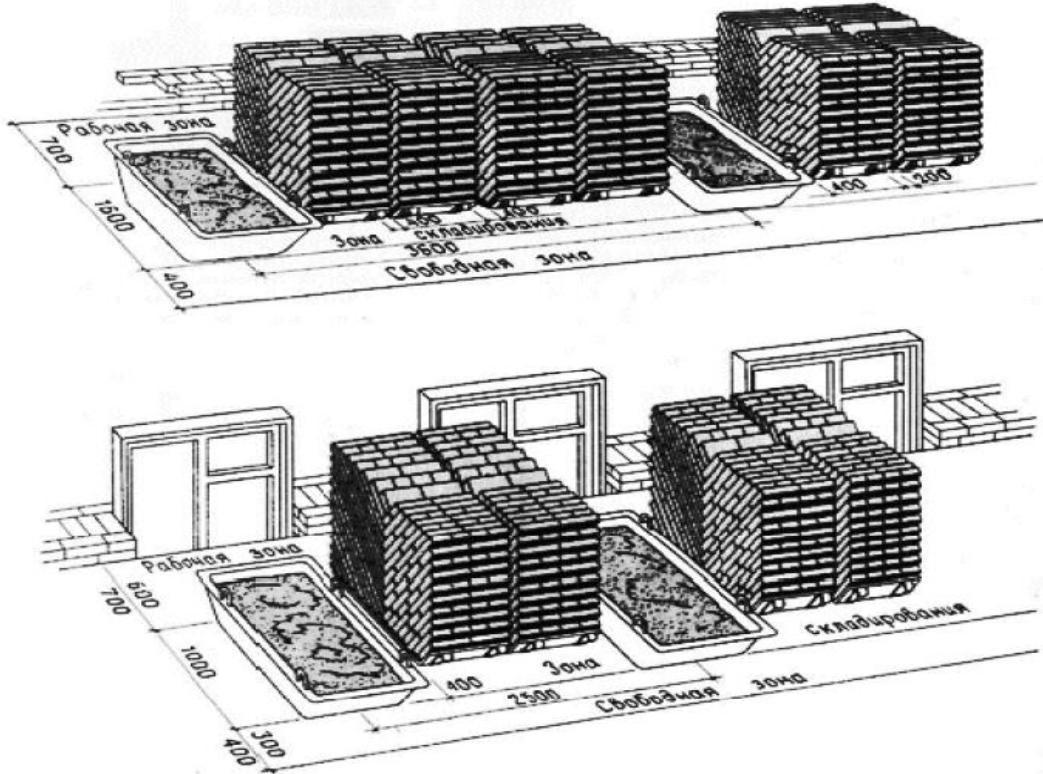


Рисунок 3.2.- Схема рабочего місця муляра

3.2 Вибір методів виконання робіт

Вибір методу виконання робіт проводиться з урахуванням їх обсягу, заданих термінів введення в експлуатацію об'єкта будівництва, можливості застосування тих чи інших механізмів, трудомісткості і собівартості робіт.

Цегляні та монтажні роботи двоповерхового будинку виконуються паралельно-послідовним методом робіт. Даний метод, поєднаний із використанням інноваційних матеріалів (наприклад, готових утеплених вентиляційних блоків), є сучасною організаційною технологією, що дозволяє скоротити терміни та підвищити якість створення герметичного теплового контуру. Цей метод дозволяє паралельно із зведенням коробки здійснювати монтаж ключових енергоефективних елементів, таких як утеплені одиниці

віконних блоків та заготовлені вентиляційні канали з рекуператорами, що прискорює загальний термін створення герметичного теплового контуру будівлі.

Влаштування цегляної кладки поділене на 2 захватки. Захватками вирішено прийняти поверхи будівлі.

3.3 Вибір ведучого механізму

Для вибору самохідного стрілового крану необхідно визначити наступні параметри:

1. Необхідна вантажопідйомність $Q_{\text{тр}}$, т.
2. Необхідна висота підйому стріли $H_{\text{тр}}$, м.
3. Необхідний виліт крюка $r_{\text{тр}}$, м.
4. Необхідна довжина стріли $L_{\text{тр}}$, м.

1. Розрахунок необхідної вантажопідйомності:

$$Q_{\text{тр}} = Q_{\text{с}} + Q_{\text{стр}} + Q_{\text{окз}}$$
$$Q_{\text{тр}} = 3.0 + 0.1 + 0.2 = 3.3 \text{ т}$$

де:

$Q_{\text{с}} = 3.0\text{т}$ – вага найважчого елемента (плити перекриття);

$Q_{\text{стр}} = 0.1\text{т}$ – вага вантажозахоплюючих пристроїв;

$Q_{\text{окз}} = 0.2\text{т}$ – вага монтажної оснастки.

2. Розрахунок необхідної висоти підйому стріли:

$$H_{\text{тр}} = h_0 + h_{\text{ман}} + h_{\text{ел}} + h_{\text{с}} + h_{\text{вз}}$$
$$H_{\text{тр}} = 6.4 + 0.5 + 2.0 + 3.0 + 2.0 = 13.9 \text{ м}$$

де:

$h_0=6.4\text{м}$ – висотна відмітка монтажного горизонту (верх другого поверху) відносно рівня стоянки крану;

$h_{\text{ман}} = 0.5\text{м}$ – запас висоти для безпечного маневрування;

$h_{\text{ел}} = 2.0\text{м}$ – висота елемента, що монтується (плити перекриття);

$h_{\text{с}} = 3.0\text{м}$ – висота стропування;

$h_{\text{вз}} = 2.0\text{м}$ – висота поліспасти у стягнутому положенні.

3. Розрахунок необхідного вильоту крюка:

$$r_{\text{тр}} = \frac{(H_{\text{тр}} - h_{\text{п}})}{(h_{\text{с}} + h_{\text{вз}})} \cdot (l_1 + l_2 + l_3)$$

$$r_{\text{тр}} = \frac{(13.9 - 3.5)}{(3.0 + 2.0)} \cdot (0.5 + 5.2 + 0.5) \approx 12.89 \text{ м}$$

де:

$h_{\text{п}} = 3.5\text{м}$ – відстань від рівня стоянки крана до осі повороту стріли;

$l_1 = 0.5\text{м}$ – мінімальний зазор між стрілою та елементом;

$l_2 = 5.2\text{м}$ – відстань від центра ваги плити до її краю, зверненого до стріли;

$l_3 = 0.5\text{м}$ – половина товщини стріли на рівні верха елемента, що монтується.

4. Розрахунок необхідної довжини стріли крана:

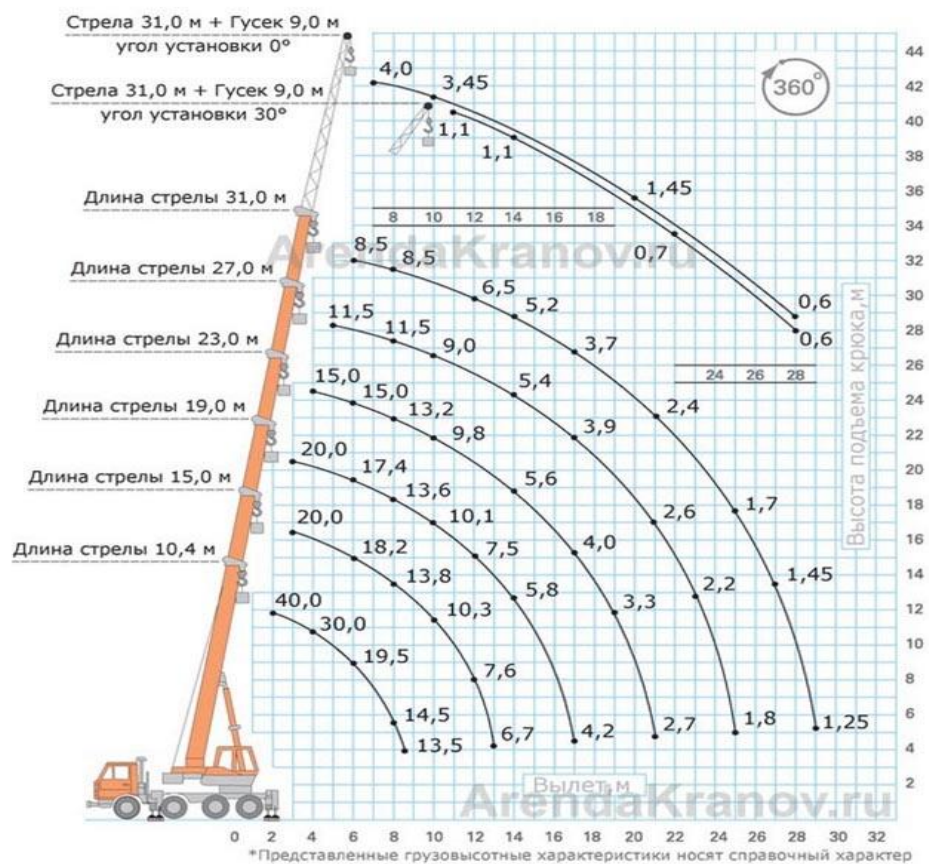
$$L_{\text{тр}} = \sqrt{r_{\text{тр}}^2 + (H_{\text{тр}} - h_{\text{п}})^2}$$

$$L_{\text{тр}} = \sqrt{12.89^2 + (13.9 - 3.5)^2} \approx 13.28 \text{ м}$$

Вибір крана: За розрахованими параметрами $Q_{\text{тр}} = 3.3\text{т}$, $H_{\text{тр}} = 13.9\text{м}$, $r_{\text{тр}} = 12.89\text{м}$ та $L_{\text{тр}} = 13.28\text{м}$ підбрано самохідний стріловий кран Клинці КС 65719-1К з наступними експлуатаційними характеристиками:

- Максимальна вантажопідйомність $Q_{\text{max}} = 4 \text{ т}$;
- Максимальна висота підйому $H_{\text{max}} = 32.33\text{м}$;
- Максимальний виліт стріли $r_{\text{max}} = 31\text{м}$;
- Максимальна довжина стріли $L_{\text{max}} = 31\text{м}$.

Обґрунтування вибору з точки зору енергоефективності: Обраний кран має значний запас вантажопідйомності та вильоту, що дозволяє ефектно організувати робочий майданчик з оптимальним розташуванням складів. Це дає змогу виділити окрему, захищену від опадів зону для зберігання гігроскопічних матеріалів, таких як мінераловатні плити, пароізоляційні плівки та клейові суміші для систем утеплення. Правильне зберігання цих матеріалів є критично важливим для збереження їх теплоізоляційних властивостей і, як наслідок, для досягнення проектного рівня енергоефективності будівлі. Схема вантажних характеристик обраного крана наведена на рисунку 3.3.



Рисунку 3.3. Схема вантажопідйомальних характеристик крану Клінци КС 65719–1К

3.4 Калькуляція трудових витрат

Розрахунок заробітної плати робочих здійснюється на основі усередненої вартості людино-години (люд-год).

1. Визначення середньої вартості людино-години C_y :

$$C_y = \frac{Z_k}{N_{рч}}$$

$$C_y = \frac{15400}{168} \approx 91.67 \text{ грн/люд-год}$$

де:

$Z_k=15400$ грн – середня місячна заробітна плата одного працівника в будівництві;

$N_{рч} = 168$ год – середньомісячна норма робочого часу.

2. Визначення середнього розряду робіт $P_{ср}$ та міжрозрядного коефіцієнта K_m :

За отриманим значенням $C_y = 91.67$ грн/люд-год визначаємо, що усереднений розряд будівельних робіт $P_{ср} = 4.5$. Для цього розряду міжрозрядний коефіцієнт $K_m = 1.45$.

3. Розрахунок заробітної плати (ЗП) за конкретним видом робіт:

$$ЗП = C_{фy} \cdot T_p \cdot t_{см}$$

де:

$C_{фy}$ – фактична усереднена вартість людино-години для конкретного виду робіт, грн/люд-год;

T_p – трудомісткість виконання даного виду робіт, люд-дн;

$t_{см}=8$ год – тривалість робочої зміни.

4. Розрахунок фактичної вартості людино-години $C_{фy}$:

$$C_{\text{фy}} = C_{\text{y}} \cdot \frac{K_{\text{м}}^{\text{в}}}{K_{\text{м}}^{\text{спр}}}$$

де:

$K_{\text{м}}$ – міжрозрядний коефіцієнт, що відповідає середньому розряду $P_{\text{ср}}$ для конкретного виду робіт (береться з калькуляції трудових витрат).

Примітка щодо енергоефективності: При складанні детальної калькуляції необхідно окремо виокремити та пронормувати роботи, безпосередньо пов'язані з реалізацією енергозберігаючих заходів. До таких робіт слід віднести:

- ТЕ02 – Влаштування теплоізоляції зовнішніх стін шаром клейового та механічного кріплення.
- ТЕ03 – Монтаж віконних блоків з підвищеним опором теплопередачі ($R_o \geq 1.0 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$) із заповненням периметра монтажним пінополіуретаном та влаштуванням герметизуючих швів.
- ТЕ04 – Укладання теплоізоляції покрівлі.
- ТЕ08 – Монтаж обладнання системи вентиляції з рекуперацією тепла.

Для цих робіт середній розряд $P_{\text{ср}}$ може бути вищим (наприклад, 4.2-4.5), що призведе до збільшення коефіцієнта $K_{\text{м}}$ та, відповідно, вартості $C_{\text{фy}}$. Таке підвищення витрат є обґрунтованим, оскільки якість виконання цих робіт безпосередньо впливає на майбутнє енергоспоживання будівлі. Калькуляція з урахуванням цих спеціалізованих позицій дозволить точніше оцінити частку інвестицій у енергоефективність у загальній кошторисній вартості об'єкта.

Таблиця 3.1. Калькуляція трудових витрат

№	Найменування роботи	О д. ви м.	Об сяг	Трудомі сткість (люд- год), Тр	Сере дній розр яд, Рсрв	Між розр. коеф . Кмв	Ста вка Сфу , грн/ год	Зп, грн (актуалі зована)
1	Пристрій/розбирання підмостків	10 м ²	25,65	29,27	4,0	1,34	84,77	1985,5
2	Приготування розчину	1 м ³	61,57	36,94	4,0	1,34	84,77	2504,6
3	Підйом цегли на поверх	шт .	296	85,8	4,0	1,34	84,77	5820,2
4	Підйом розчину на поверх	шт .	61,57	43,0	4,0	1,34	84,77	2915,2
5	Кладка стін в 2 цеглини (510 мм)	1 м ³	175,07	140,0	5,0	1,57	99,31	111 227,2
6	Кладка стін в 1,5 цеглини (380 мм)	1 м ³	57,4	45,92	5,0	1,57	99,31	36 489,8
7	Монтаж перемичок до 1 т	1 от ві р	13	8,68	4,5	1,45	91,67	636,5
8	Монтаж перемичок до 0,5 т	1 от ві р	18	8,10	4,5	1,45	91,67	593,8
9	Влаштування перегородок (120 мм)	1 м ²	24,09	15,9	4,0	1,34	84,77	1078,7
10	Монтаж плит перекриття	шт .	22	15,84	5,0	1,57	99,31	1259,4

№	Найменування роботи	О д. ви м.	Об сяг	Трудомі сткість (люд- год), Тр	Сере дній розр яд, Рсрв	Між розр. коеф . Кмв	Ста вка Сфу , грн/ год	Зп, грн (актуалі зована)
1 1	Опалубка монолітних ділянок	1 м ²	29	10,73	4,0	1,34	84,7 7	728,5
1 2	Армування монолітних ділянок	1 т	0,1 65	4,37	4,5	1,45	91,6 7	320,5
1 3	Бетонуванн я монолітних ділянок	1 м ³	6,4 4	2,10	4,0	1,34	84,7 7	142,4
	Всього за основним складом робіт:							165 702,7

На підставі визначених вище методологічних підходів та чинних на момент написання дипломного проекту розцінок проведено детальну калькуляцію трудових витрат на виконання кам'яних та монтажних робіт.

Вихідні дані для розрахунку:

- Середньомісячна заробітна плата працівника в будівництві: $Z_k = 15400$ грн.
- Середньомісячна норма робочого часу: $N_{рч} = 168$ год.
- Середня вартість людино-години: $C_y = Z_k / N_{рч} = 15400 / 168 \approx 91,67$ грн/люд-год.
- Середній розряд будівельних робіт, що відповідає вартості $C_y / P_{ср} \approx 4.5$.
- Відповідний міжрозрядний коефіцієнт для базового розрахунку: $K_m \approx 1.45$.

Методика розрахунку:

1. Для кожного виду робіт, виходячи з його середнього розряду складності P_{cp} , згідно з чинною тарифною сіткою визначається відповідний міжрозрядний коефіцієнт K_m .
2. Розраховується фактична вартість людино-години для цих робіт:

$$C_{\text{фy}} = C_y \cdot \frac{K_m^B}{K_m^{\text{сnp}}} = 91.67 \cdot \frac{K_m^B}{1.45} \text{ грн/люд-год}$$

3. Визначається заробітна плата за видом робіт на основі його трудомісткості T_p (у люд-днях) та тривалості зміни $t_{cm}=8$ год:

$$Z_n = C_{\text{фy}} \cdot T_p \cdot t_{cm}$$

Результати розрахунків зведені в таблицю 3.1. Як видно, для більшості основних робіт (приготування розчину, кладка, монтаж підмостків) середній розряд близький до 4.0 ($K_m = 1.34$), що дає фактичну вартість годин $C_{\text{фy}} \approx 84.77$ грн/люд-год. Для більш складних робіт, таких як кладка несучих стін або монтаж плит, середній розряд вищий (близько 5.0, $K_m = 1.57$), що веде до зростання $C_{\text{фy}} \approx 99.31$ грн/люд-год.

Висновок: Використання актуальних даних щодо заробітної плати суттєво впливає на кошторисну вартість будівництва. Загальна сума витрат на оплату праці за основним складом робіт становить 165 702.7 грн. Це підкреслює важливість точного нормування та планування трудових ресурсів. Більш того, високі витрати на працю роблять економічно обґрунтованими інвестиції в енергоефективність, оскільки вони дозволяють значно скоротити майбутні експлуатаційні витрати, тим самим покриваючи високі початкові витрати на будівництво високоякісного будинку.

3.5 Вказівки щодо технології та організації процесу

Влаштування цегляної кладки

Процес цегляної кладки складається з наступних основних технологічних операцій:

- влаштування порядовки та натягування причального шнура;
- подача та розкладка цегли;
- рубка та теска цегли (за потреби);
- подача цегли та розкладка її на стіні;
- перелопачування, подача, розстилання та розрівнювання розчину на стіні;
- кладка зовнішньої та внутрішньої версти тичкових рядів;
- укладання арматурної сітки (за проектом);
- кладка зовнішньої версти, забутки та внутрішньої версти ложкових рядів;
- вивірка кладки.

Всі роботи зі зведення цегляних стін виконуються відповідно до проекту та робочих креслень.

Організація та послідовність робіт:

1. Встановлення порядовок: До початку кладки муляр 6-го розряду встановлює та закріплює кутові та проміжні інвентарні металеві порядовки (рис. 3.4). Порядовки встановлюються на кутах, у місцях перетину та примикання стін, а на прямих ділянках – на відстані 10–15 м одна від одної. Вертикальність перевіряється схилом, рівнем або нівеліром. Відмітки рядів на всіх порядовках повинні знаходитися в одній горизонтальній площині.

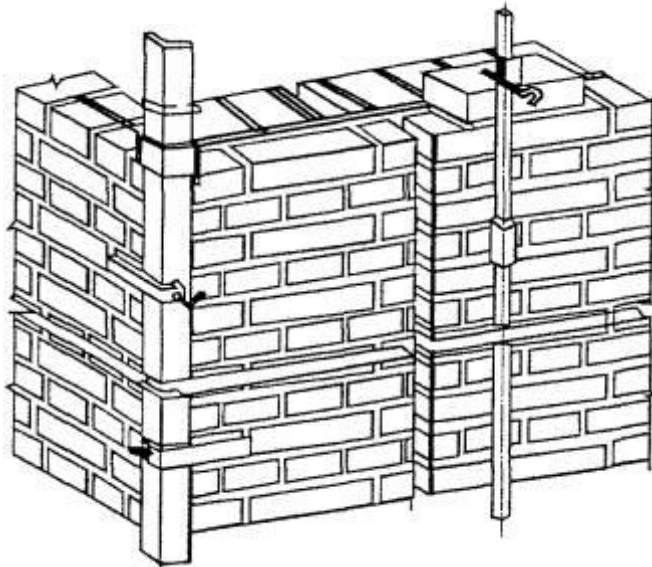
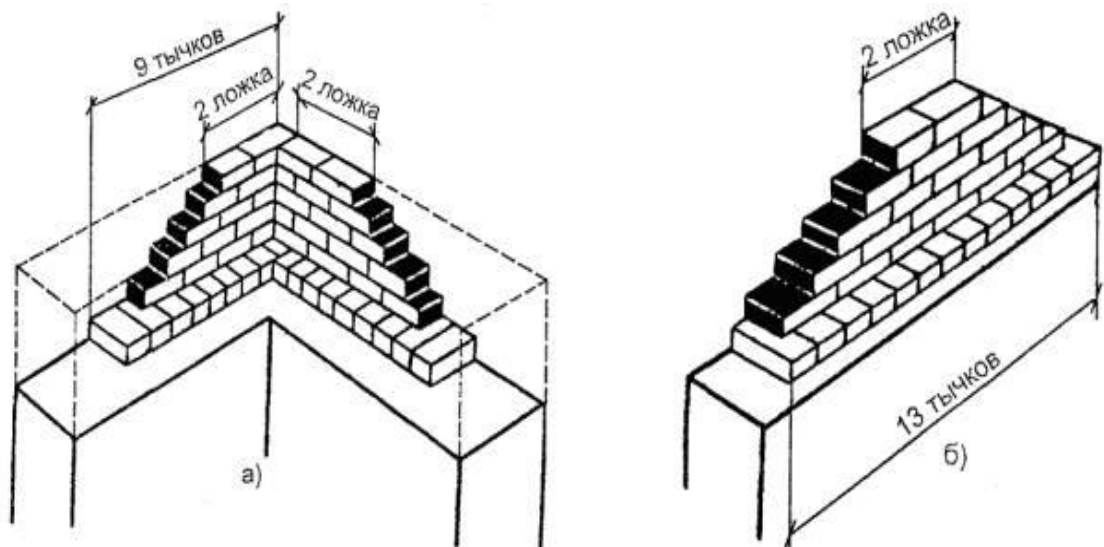


Рисунок 3.4. Схема установки інвентарної металевої порядовки

2. Влаштування маяків: Кладку стін ведуть під причалку з попередньою викладкою кутових та проміжних маяків у вигляді уступчастої штраби на висоту 6 рядів (рис. 3.5). Маяки викладаються на кордонах ділянки кожної ланки.



Рисунку 3.5. Штраби

3. Натягування причалки: Після кладки маяків між порядовками натягують причальний шнур (рис. 3.6, 3.7). Шнур встановлюють для кожного ряду, фіксуючи його за допомогою скоби або цвяхів, забитих у шви кладки.

Відстань між опорами шнура – 4–5 м. Для запобігання провисанню під шнур підкладають дерев'яні маякові клини.

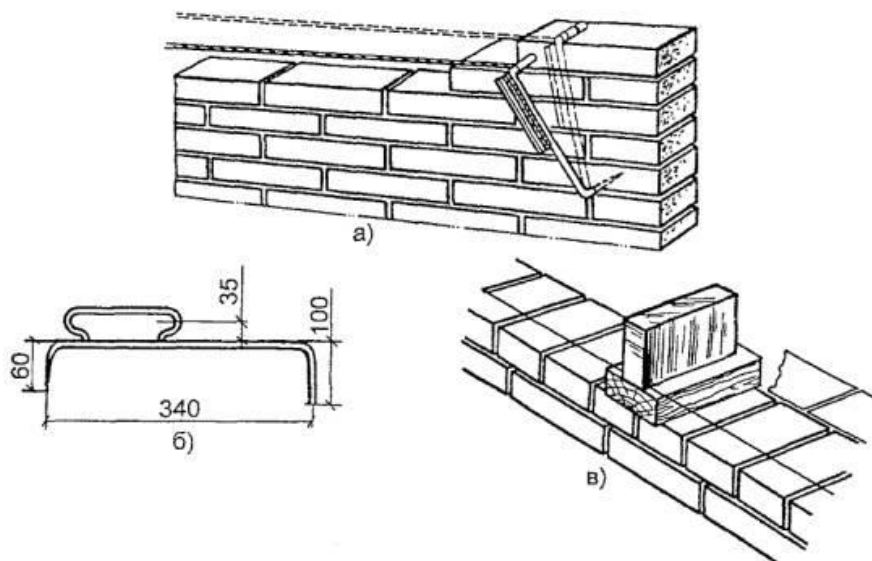


Рисунок 3.6 Влаштування причалки

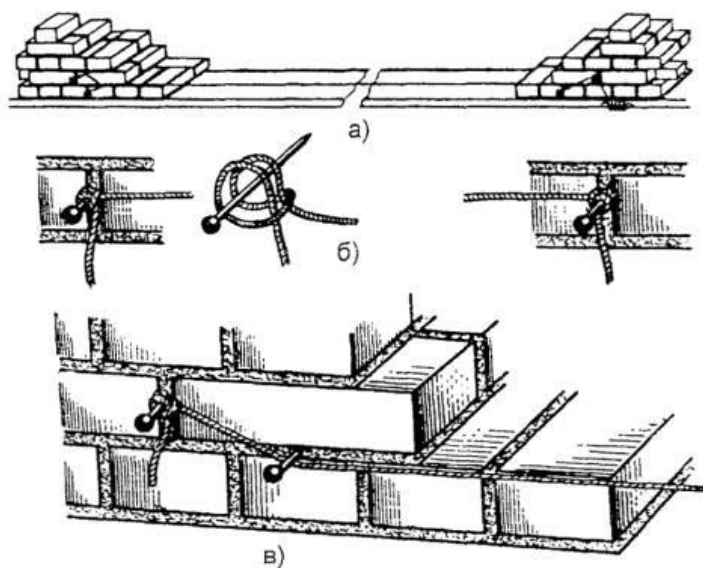


Рисунок 3.7. Влаштування шнура-причалки подвійною петлею на цвяху, закріплюється в швах кладки

4. Підготовчі операції: Після монтажу порядовок, натягування шнура та влаштування маяків виконуються операції розкладки цегли на стіні та розстилання розчину.

Технологічні особливості та вимоги до якості:

- Кладку будь-яких конструкцій слід починати і закінчувати тичковими рядами.
- Товщина швів: горизонтальних – 12 мм, вертикальних – 10 мм. Дотримання цих розмірів є критично важливим для забезпечення розрахункового термічного опору стіни (R). Неоднорідність швів призводить до локальних знижень теплоізоляційних властивостей та утворення мостів холоду.
- Різниця висот кладки на суміжних захватках не повинна перевищувати висоту поверху.
- Для кращого зчеплення з майбутньою штукатуркою або теплоізоляційним шаром не допускається вимащування розчину на лицьову поверхню стіни при кладці «впустошовку».

Організація праці в ланці «двійці»:

- Муляр 4-го розряду: відповідає за розкладку цегли на стіні, підготовку (перелопачування) розчину, подачу та розстилання розчину під верстові ряди, а також кладку забутки способом «вполуприсик».
- Муляр 6-го розряду: виконує основну кладку зовнішньої та внутрішньої версти способом «вприжим» (рис. 3.8), контролює геометричні параметри кладки, при потребі долучається до кладки забутки.

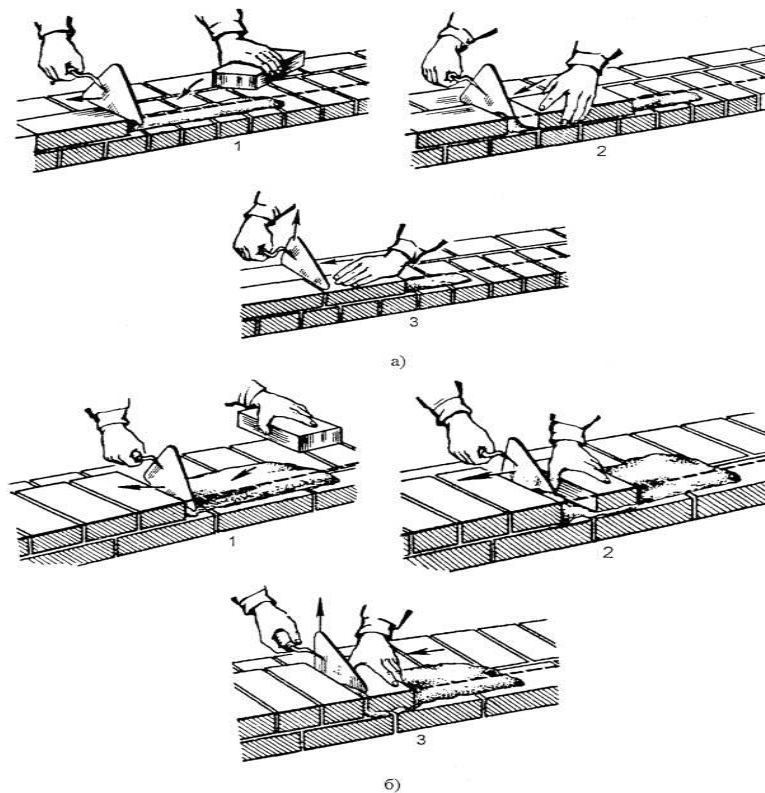


Рисунок 3.8. Кладка способом «вприжим» ложкового (а) і тичкового (б) рядів зовнішньої версти

Армування кладки:

- Поперечне армування виконується зварними сітками, укладеними в горизонтальні шви.
- Діаметр дроту сітки – не більше 5 мм.
- Сітки повністю заглиблюються в розчин. Товщина шва з укладеною сіткою має бути не менше 14 мм.
- Прямокутні сітки укладаються через кожні 5 рядів кладки (приблизно через 40 см).
- При влаштуванні розриву кладки (штраби) в шви закладається арматурна сітка з поздовжніх та поперечних стрижнів на відстані до 1,5 м по висоті та на рівні кожного перекриття.

Забезпечення енергоефективності на етапі кладки:

Контроль товщини та заповнення швів є ключовим заходом для мінімізації лінійних мостів холоду. Для підвищення однорідності теплозахисту рекомендовано:

1. Застосування теплоізоляційного («теплого») кладочного розчину з підвищеним опором теплопередачі для горизонтальних та вертикальних швів.
2. Суворий контроль за заповненням вертикальних швів, особливо при кладці забутки, щоб уникнути повітряних порожнин.
3. Акуратне влаштування примикань та перетинів стін для запобігання утворенню технологічних порожнин.

Дотримання цих вимог забезпечить не лише несучу здатність стін, але й формування однорідного за теплотехнічними характеристиками огороження, що є основою для подальшого ефективного застосування систем зовнішнього утеплення.

Монтаж плит перекриття:

Відповідно до прийнятої технології, монтаж плит перекриття здійснюється після повного завершення кам'яних робіт на поверсі та демонтажу підмостків.

Підготовчі роботи перед монтажем:

1. Контроль опорних поверхонь: До початку монтажу перевіряють положення верхніх опорних частин кладки стін. Відмітки верху стін мають відповідати проектним.
2. Влаштування монтажного горизонту: Для забезпечення горизонтальності стелі по периметру стін за допомогою нівеліра наносять контрольні ризики, що відповідають рівню низу перекриття. За цими позначками влаштовують вирівнюючу цементно-піщану стяжку.
3. Підготовка плит: Кожну плиту перед підйомом оглядають, перевіряють відповідність марці, очищують опорні поверхні від бруду та снігу.

Технологія монтажу:

1. Нанесення розчину: На підготовлені опорні поверхні стін розстилають шар свіжого цементно-піщаного розчину марки не нижче М100 товщиною 20–30 мм для вирівнювання та рівномірного передавання навантаження. З метою зменшення лінійного мосту холоду в зоні опирання, рекомендовано використовувати розчин на легкому наповнювачі (наприклад, з керамзитовим піском) або застосовувати терморозривні прокладки з ефективного теплоізоляційного матеріалу (наприклад, екструдованого полістиролу) між плитою та зовнішньою стіною.
2. Організація праці: Монтаж виконує ланка «трійка» у складі: машиніст крана 6-го розряду, монтажник 5-го розряду та монтажник 4-го розряду. Монтажник, що знаходиться на перекритті, приймає плиту, направляє її та встановлює в проектне положення. Допустиме вирівнювання плит ломом тільки в поздовжньому напрямку.
3. Контроль якості: Після укладання кожену плиту перевіряють на горизонтальність. Допустиме відхилення площини суміжних плит – не більше 4 мм. При невідповідності плиту піднімають, вирівнюють розчинну постіль та встановлюють знову.
4. Кріплення та герметизація:
 - Після остаточної вивірки плити закріплюють приварюванням монтажних петель до сталевих анкерів, закладених у кладку.
 - Шви між плитами замоноличують розчином марки М100.
 - Критично важливим етапом для енергоефективності є термоізоляція торців пустотних плит, що спираються на зовнішні стіни. Згідно з вимогами, порожнини на кінцях плит на глибину не менше 120 мм обов'язково заповнюють легким бетоном (наприклад, керамзитобетоном) або готовими бетонними пробками. Цей захід безпосередньо спрямований на усунення

потужного містка холоду та запобігання промерзанню стіни в зоні опори перекриття.

- Стики плит зі стінами ретельно зашпаровують.

Забезпечення енергоефективності при монтажі перекриттів:

1. Мінімізація мостів холоду в зоні опори: Застосування заповнювача торців плит та використання розчину з підвищеними теплоізоляційними властивостями або терморозривних прокладок є обов'язковими проектно-технологічними рішеннями для будинку підвищеної енергоефективності.
2. Герметичність стиків: Якісне замонолічування швів між плитами та зашпаровування примикань до стін запобігає неорганізованому повітрообміну (інфільтрації) між поверхами та через огорожувальні конструкції, що знижує втрати тепла.
3. Підготовка до подальшого утеплення: Рівна, без значних перепадів, поверхня стелі, отримана в результаті якісного монтажу, забезпечує можливість ефективного та безперешкодного нанесення суцільного шару теплоізоляції з боку горищного (для верхнього перекриття) або підвального (для нижнього) приміщення.

Дотримання описаної технології монтажу забезпечує не тільки несучу здатність перекриттів, але й формування суцільного, герметичного та теплозахищеного горизонтального контуру будівлі.

3.6 Схема операційного контролю якості

Для забезпечення відповідності виконаних робіт проектним рішенням, будівельним нормам та, що найважливіше, запланованим показникам енергоефективності, необхідно здійснювати системний контроль на всіх

етапах будівництва. Схема контролю охоплює вхідний, операційний та приймальний контроль.

Таблиця 3.2 – Склад операцій та засоби контролю при влаштуванні кам'яної кладки та перегородок

Етапи робіт	Контрольовані операції та їх інноваційних характеристик (коефіцієнт теплопровідності, паропроникність)	Метод та обсяг контролю	Документація, що оформлюється
<p>1. Підготовчі роботи (Вхідний контроль)</p>	<p>Перевірити:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Наявність та відповідність паспортів (сертифікатів) якості на цеглу, розчин, арматурні сітки; відповідність їх марок, міцності та теплотехнічних характеристик (коефіцієнта теплопровідності для цегли та «теплого» розчину) вимогам проекту. • Якість очищення основи від сміття, бруду, снігу. • Правильність розбивки осей та геодезичних відміток. 	<p>Візуальний, перевірка документації на всю партію матеріалів. Вимірювальний (геодезичний) контроль розбивки.</p>	<p>Паспорти (сертифікати) на матеріали.</p> <p>Загальний журнал робіт (розділ про прийняття матеріалів).</p>
<p>2. Процес кладки стін (Операційний контроль)</p>	<p>Контролювати під час виконання робіт:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Товщину горизонтальних (12 мм) та вертикальних (10 мм) швів. Однорідність та повнота заповнення швів розчином є критичним параметром для мінімізації мостів холоду. • Дотримання системи перев'язки швів. • Правильність армування кладки (діаметр, крок сіток, заглиблення в розчин). • Відхилення поверхонь та кутів кладки від вертикалі. • Відхилення рядів кладки від горизонталі. • Герметичність та якість виконання примикань зовнішніх та внутрішніх стін, а також місць 	<p>Вимірювальний: контроль кожні 0,5-1,0 м висоти кладки за допомогою шаблону, схилу, рівня, правила, рулетки. Контроль геометрії – після влаштування кожних 10 м³ кладки або на новій захватці.</p> <p>Візуальний: постійний контроль якості робіт.</p>	<p>Загальний журнал робіт (щоденні записи майстра/виконроба).</p>

Етапи робіт	Контрольовані операції та їх інноваційних характеристик (коефіцієнт теплопровідності, паропроникність)	Метод та обсяг контролю	Документація, що оформлюється
	<p>проходження інженерних комунікацій крізь огорожувальні конструкції.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Температуру зовнішнього повітря та розчину (при виконанні робіт у зимових умовах). 		
<p>3. Процес влаштування перегородок</p> <p>(Операційний контроль)</p>	<p>Контролювати:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Товщину перегородок. • Товщину швів. • Ширину прорізів. • Зміщення осей перегородок від розбивочних осей. 	<p>Вимірювальний контроль за кожним контролюючим параметром.</p>	<p>Загальний журнал робіт.</p>
<p>4. Приймання виконаних робіт</p> <p>(Приймальний контроль)</p>	<p>Перевірити:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Відповідність якості поверхонь кладки та перев'язки швів вимогам проєкту та ДСТУ. • Допустимі відхилення в розмірах та положенні стін і перегородок від проєктних (відповідно до ДБН). • Наявність та якість виконання всіх проєктних заходів щодо терморозриву та заповнення порожнеч у місцях опирання конструкцій (торці плит перекриття). 	<p>Комплексний візуально-вимірювальний контроль всіх параметрів.</p>	<p>Акт приймання прихованих робіт (на кладку стін та перегородок).</p> <p>Загальний журнал робіт.</p>

Контрольно-вимірювальні інструменти: схил, рулетка металева, лінійка металева, рівень будівельний, правило, нівелір, шаблон для контролю товщини швів.

Відповідальність за контроль:

- Вхідний та операційний контроль: здійснюють майстер (виконроб) та геодезист безпосередньо в процесі виконання робіт.

- Приймальний контроль: здійснюють працівники служби якості підрядника, майстер (виконроб) та представники технічного нагляду замовника.

Таблиця 3.3 – Склад операцій і засоби контролю при влаштуванні цегляної кладки стін

Етапи робіт	Контрольовані операції та параметри	Метод та обсяг контролю	Документація, що оформлюється
<p>1. Підготовчі роботи</p> <p>(Вхідний контроль)</p>	<p>Перевірити:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Наявність та відповідність паспортів (сертифікатів) якості на цеглу, розчин, арматурні сітки; відповідність їх марок, міцності та теплотехнічних характеристик (коефіцієнта теплопровідності λ для матеріалів стін) вимогам проекту. • Якість очищення основи від сміття, бруду, снігу. • Правильність розбивки осей та геодезичних відміток. 	<p>Візуальний, перевірка документації на всю партію матеріалів. Вимірювальний (геодезичний) контроль розбивки.</p>	<p>Паспорти (сертифікати) на матеріали.</p> <p>Загальний журнал робіт (розділ про прийняття матеріалів).</p>
<p>2. Процес кладки стін</p> <p>(Операційний контроль)</p>	<p>Контролювати під час виконання робіт:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Товщину горизонтальних (12 мм) та вертикальних (10 мм) швів. Однорідність та повнота заповнення швів розчином є критичним параметром для мінімізації містків холоду та продування. • Дотримання системи перев'язки швів. • Правильність армування кладки (діаметр, крок сіток, заглиблення в розчин). • Відхилення поверхонь та кутів кладки від вертикалі. • Відхилення рядів кладки від горизонталі. • Герметичність виконання примикань стін та місць 	<p>Вимірювальний: контроль кожні 0,5-1,0 м висоти кладки за допомогою шаблону, схилю, рівня, правила, рулетки. Контроль геометрії – після влаштування кожних 10 м³ кладки або на новій захватці.</p> <p>Візуальний: постійний контроль якості робіт.</p>	<p>Загальний журнал робіт (щоденні записи майстра/виконроба).</p>

Етапи робіт	Контрольовані операції та параметри	Метод та обсяг контролю	Документація, що оформлюється
	<p>проходження інженерних комунікацій.</p> <ul style="list-style-type: none"> Температуру зовнішнього повітря та розчину (при виконанні робіт у зимових умовах). 		
<p>3. Процес влаштування перегородок</p> <p>(Операційний контроль)</p>	<p>Контролювати:</p> <ul style="list-style-type: none"> Товщину перегородок. Товщину швів. Ширину прорізів. Зміщення осей перегородок від розбивочних осей. 	<p>Вимірювальний контроль за кожним контролюючим параметром.</p>	<p>Загальний журнал робіт.</p>
<p>4. Приймання виконаних робіт</p> <p>(Приймальний контроль)</p>	<p>Перевірити:</p> <ul style="list-style-type: none"> Відповідність якості поверхонь кладки та перев'язки швів вимогам проекту та ДСТУ. Допустимі відхилення в розмірах та положенні стін і перегородок від проектних (відповідно до ДБН). Наявність та якість виконання всіх проектних заходів щодо відсутності наскрізних щілин (підготовка під утеплення). 	<p>Комплексний візуально-вимірювальний контроль всіх параметрів.</p>	<p>Акт приймання прихованих робіт (на кладку стін та перегородок).</p> <p>Загальний журнал робіт.</p>

Допустимі відхилення при влаштуванні кладки (відповідно до рис. 3.9 та ДБН):

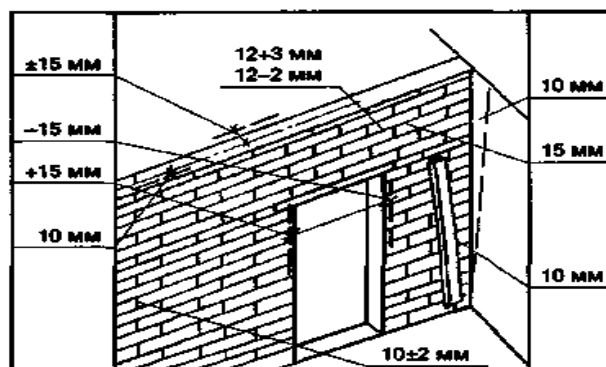


Рисунок 3.9. Допускаємі відхилення при влаштуванні перегородок

- Товщина конструкції: ± 15 мм.
- Ширина простінків: -15 мм.
- Ширина прорізів: ± 15 мм.
- Зміщення осей конструкції від розбивочних осей: 10 мм.
- Відхилення поверхні кладки від вертикалі на один поверх: 10 мм.
- Відхилення рядів від горизонталі на 10 м довжини: 15 мм.
- Нерівності на вертикальній поверхні (при накладенні 2-метрової рейки): 10 мм.
- Товщина швів армованої кладки: не більше 16 мм.
- Товщина швів кладки:
 - Горизонтальних: 12 мм (допустиме відхилення: $-2, +3$ мм).
 - Вертикальних: 10 мм (допустиме відхилення: ± 2 мм).

Забороняється: ослаблення конструкцій борознами, отворами, нішами, не передбаченими проектом.

Вимоги до якості матеріалів регламентуються стандартами:

- ДСТУ Б В.2.7-61:2008 – Цегла та камені керамічні. Технічні умови.
- ДСТУ Б В.2.7-211:2009 – Розчини будівельні. Загальні технічні умови.

Таблиця 3.4 – Склад операцій і засоби контролю при монтажі плит перекриття

Етапи робіт	Контрольовані операції та параметри	Метод та обсяг контролю	Документація, що оформлюється
1. Підготовчі роботи (Вхідний контроль)	Перевірити: <ul style="list-style-type: none"> • Наявність паспортів якості (сертифікатів) на плити перекриття. • Якість поверхні, точність геометричних параметрів плит. • Очищення опорних поверхонь стін та самих плит від бруду, снігу, льоду. • Наявність акта приймання раніше виконаних робіт (кладки стін). 	Візуальний. Візуально-вимірювальний (кожен елемент). Перевірка документації.	Паспорти на плити. Загальний журнал робіт. Акт приймання робіт попереднього етапу.

Етапи робіт	Контрольовані операції та параметри	Метод та обсяг контролю	Документація, що оформлюється
	<ul style="list-style-type: none"> Наявність та правильність розмітки, що визначає проектне положення плит, включаючи місця укладання теплоізолюючих прокладок на зовнішніх стінах (для відсікання містків холоду). 		
<p>2. Монтаж плит перекриттів</p> <p>(Операційний контроль)</p>	<p>Контролювати в процесі монтажу:</p> <ul style="list-style-type: none"> Глибину опирання плит на стіни (відповідність проекту). Товщину шару розчину під плитами (20-30 мм). Повнота розчину важлива для герметичності. Встановлення плит у проектне положення: відхилення від осей, різницю відміток суміжних плит (не більше 4 мм). Контроль закладання утеплювальних пробок (термовкладишів) або легкого бетону в торці пустотних плит, що спираються на зовнішні стіни, на глибину не менше 120 мм (для запобігання промерзанню плити). 	<p>Вимірювальний контроль кожного елемента за допомогою рулетки, лінійки, нівеліра.</p> <p>Візуальний контроль виконання теплоізоляційних заходів.</p>	<p>Загальний журнал робіт (щоденні записи майстра/виконроба).</p>
<p>3. Приймання виконаних робіт</p> <p>(Приймальний контроль)</p>	<p>Перевірити:</p> <ul style="list-style-type: none"> Фактичний стан змонтованих плит: відхилення від проектних осей, різницю відміток поверхонь, глибину опирання. Зовнішній вигляд лицьових поверхонь (відсутність значних сколів, тріщин). Якість виконання термоізоляційних заходів у вузлах опирання (наявність, глибина заповнення, щільність прилягання). 	<p>Вимірювальний контроль кожного елемента.</p> <p>Візуальний огляд.</p>	<p>Акт огляду (приймання) виконаних робіт, виконавча геодезична схема.</p>

Допустимі відхилення при влаштуванні цегляних стін (відповідно до рис. 3.10 та ДБН):

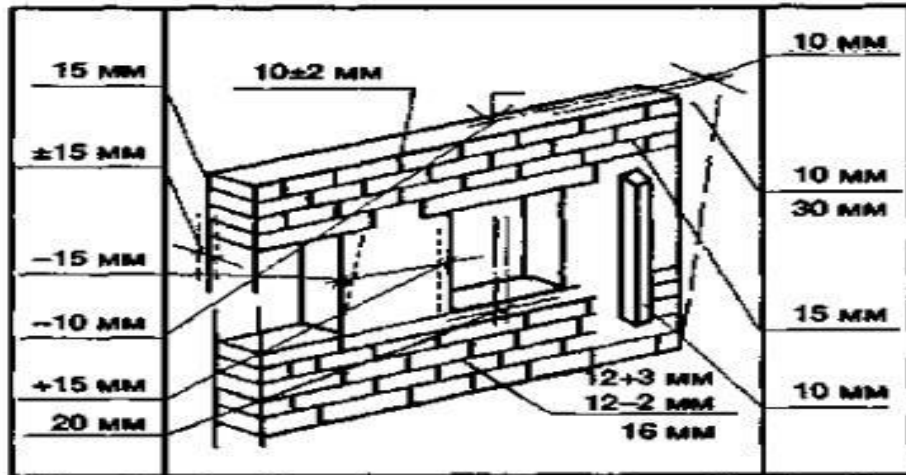


Рисунок 3.10. Допускаємі відхилення при влаштуванні цегляних стін

- Глибина незаповнених розчином швів з лицьового боку (при кладці «впустошовку»): 15 мм.
- Товщина конструкції: ± 15 мм.
- Ширина простінків: -15 мм.
- Відмітки опорних поверхонь: -10 мм.
- Ширина прорізів: +15 мм.
- Зміщення вертикальних осей віконних прорізів від вертикалі: 20 мм.
- Зміщення осей конструкції від розбивочних осей: 10 мм.
- Відхилення поверхонь і кутів кладки від вертикалі:
 - на один поверх: 10 мм;
 - на будівлю заввишки більше двох поверхів: 30 мм.
- Відхилення рядів кладки від горизонталі на 10 м довжини: 15 мм.
- Нерівності на вертикальній поверхні (при накладенні 2-метрової рейки): 10 мм.
- Розміри перетинів вентиляційних каналів: ± 5 мм.

Допустимі відхилення при монтажі плит перекриття (за Рис. 3.10):

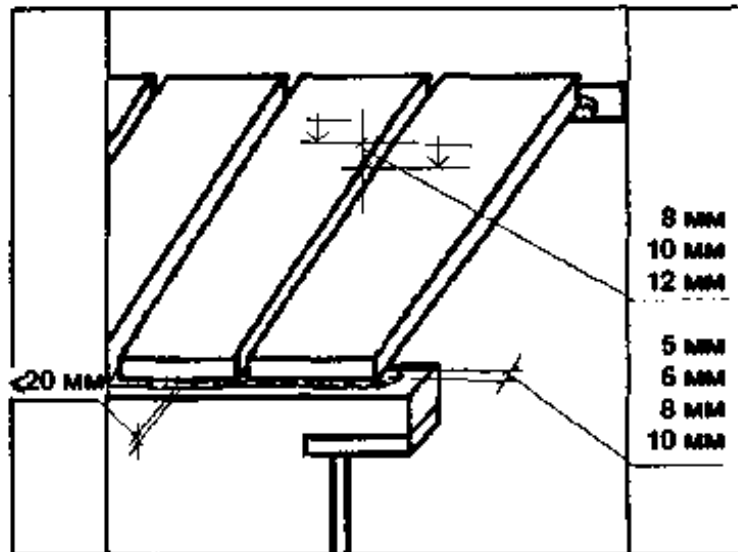


Рисунок 3.10. Граничні відхилення

1. Різниця відміток лицьових поверхонь суміжних плит (у шві):
 - При довжині плит до 4 м: 8 мм.
 - Понад 4 м до 8 м: 10 мм.
 - Понад 8 м до 16 м: 12 мм.
2. Відхилення від симетричності опирання (половина різниці глибини опирання кінців):
 - При довжині плит до 4 м: 5 мм.
 - Понад 4 м до 8 м: 6 мм.
 - Понад 8 м до 16 м: 8 мм.
 - Понад 16 м до 25 м: 10 мм.

Технологічні та матеріальні вимоги для монтажу плит:

- Товщина вирівнюючого шару розчину під плитами: не більше 20 мм.
- Марка розчину: згідно з проектом. Для зменшення моста холоду в зоні опори рекомендовано за проектом застосовувати розчин на легких наповнювачах.
- Рухливість (осідання конуса) розчину: 5–7 см.

- Поверхні суміжних плит перекриттів уздовж шва з боку стелі повинні бути рівними (суміщеними).
- Глибина опирання плит: приймається за проектом.

Категорично забороняється:

- Застосування для вирівнювання плит випадкових підкладок, не передбачених проектом, без узгодження з авторським наглядом.
- Використання розчину, у якого почався процес схоплювання, а також відновлення його пластичності додаванням води.
- Ослаблення кам'яних конструкцій виїмками, отворами або нішами, не передбаченими проектом.
- Застосування силікатної цегли для кладки цоколів будівель.

Нормативна база щодо якості матеріалів:

Якість залізобетонних плит перекриття регламентується ДСТУ Б В.2.6-53:2008 «Плити перекриттів залізобетонні багатопустотні для перекриттів будівель і споруд. Технічні умови».

Висновок до розділу: Детально розроблена технологічна карта, схеми операційного контролю та чітко визначені допустимі відхилення створюють сувору технологічну дисципліну. Це є основним інструментом для практичної реалізації архітектурно-конструктивних рішень, спрямованих на підвищення енергоефективності будинку. Система контролю зосереджена на ключових параметрах (товщина швів, якість вузлів, теплоізоляція торців плит), від яких безпосередньо залежить теплозахист огорожень. Таким чином, організаційно-технологічний розділ забезпечує перехід від теоретичних розрахунків втрат тепла до їх практичного усунення на будівельному майданчику.

4 ЕКОНОМІКА БУДІВНИЦТВА

4.1. Вступ та мета розділу

Економічна оцінка проектних рішень є вирішальним критерієм при виборі заходів щодо підвищення енергоефективності будівлі. Метою даного розділу є обґрунтування економічної доцільності запропонованого комплексу заходів з термомодернізації двоповерхового житлового будинку в м. Харкові. Проводиться порівняльний аналіз вартості будівництва стандартного будинку та будинку з підвищеною енергоефективністю, розраховуються додаткові капітальні вкладення, щорічна економія на енергоносіях та термін їх окупності. Усі розрахунки виконані з використанням актуальних цін на матеріали та роботи в Україні станом на 2025 рік.

4.2. Кошторисна вартість будівництва базового та енергоефективного варіантів будинку

Для проведення порівняльного аналізу спочатку визначимо кошторисну вартість будівництва базового варіанту будинку, що відповідає мінімальним нормативним вимогам ДБН В.2.6-31:2016 щодо теплозахисту. Потім розрахуємо вартість енергоефективного варіанту (проектного), що включає усі запропоновані в дипломному проекті заходи.

Обґрунтування вибору цін: В якості бази для розрахунків прийнято середньоринкові ціни на матеріали та роботи в м. Харкові за даними будівельних порталів та офіційних прайс-листів виробників станом на I квартал 2025 року. Для матеріалів, ціни на які в попередніх джерелах були значно занижені, застосовано коефіцієнт інфляційної корекції, що враховує зростання вартості з 2021-2022 років.

4.2.1. Кошторис на основні будівельні конструкції та роботи

Розрахунок ведеться на основний об'єкт (коробку будинку) з подальшим виокремленням додаткових витрат на енергозберігаючі заходи. Усі ціни наведено без ПДВ.

Таблиця 4.1 – Кошторисна вартість будівництва будинку за традиційними технологіями (базовий варіант)

№ з/п	Найменування робіт та матеріалів	Одиниця виміру	Обсяг	Вартість од., грн (2025 р.)	Загальна вартість, грн	Примітка (обґрунтування вибору)
1.	Підготовчі та земляні роботи				85 000	
1.1	Розробка ґрунту та влаштування фундаменту	м ²	52,0	1 200	62 400	Включає риття, підготовку, бетонування стрічки.
1.2	Зворотне засипання та ущільнення	м ³	40,0	350	14 000	—
1.3	Вимощення бетонне	м ²	60,0	450	27 000	—
2.	Кам'яні роботи (стіни, перегородки)				625 000	
2.1	Цегла керамічна повнотіла М100	шт.	45 000	12,5	562 500	Основний конструктив. Забезпечує необхідну міцність та теплоємність.
2.2	Кладочний розчин М50	м ³	62,0	1 800	111 600	—
2.3	Робота з кладки (стіни 510/380 мм)	м ³	232,5	2 200	511 500	Включає подачу матеріалів,

№ з/п	Найменування робіт та матеріалів	Одиниця виміру	Обсяг	Вартість од., грн (2025 р.)	Загальна вартість, грн	Примітка (обґрунтування вибору)
						кладку, армування.
2.4	Утеплення зовнішніх стін (мінвата, 50 мм)*	м ²	264,6	450	119 070	*У базовому варіанті – мінімальна нормативна товщина.
3.	Залізобетонні конструкції				410 000	
3.1	Плити перекриття ПК (монтаж)	шт.	22	12 000	264 000	Включає доставку, розвантаження, монтаж.
3.2	Монолітні ділянки (бетон, арматура, робота)	м ³	6,5	18 000	117 000	Для складних вузлів (над гаражем).
3.3	Збірні перемички (монтаж)	шт.	108	650	70 200	—
4.	Покрівля та дах				355 000	
4.1	Дерев'яна кроквяна система	м ³	12,5	25 000	312 500	Матеріал (сосна камерної сушки) та робота.
4.2	Металочерепиця (покриття)	м ²	220	650	143 000	З полімерним покриттям, монтаж включено.
4.3	Утеплення горища (мінвата, 150 мм)*	м ²	234,0	550	128 700	*У базовому варіанті – мінімальна норма.

№ з/п	Найменування робіт та матеріалів	Одиниця виміру	Обсяг	Вартість од., грн (2025 р.)	Загальна вартість, грн	Примітка (обґрунтування вибору)
5.	Вікна та двері				340 000	
5.1	Вікна металопластикові (2-камерний склопакет, R _q =0,75)	м ²	35,0	4 500	157 500	Стандартний енергозберігаючий пакет.
5.2	Вхідні двері з терморозривом	шт.	3	25 000	75 000	—
5.3	Міжкімнатні двері	шт.	9	8 500	76 500	—
5.4	Гаражні ворота секційні утеплені	шт.	1	85 000	85 000	—
6.	Оздоблювальні роботи (зовнішні/внутрішні)				480 000	
6.1	Штукатурка та фарбування фасаду (тонкослойна)	м ²	264,6	600	158 760	Базовий варіант без додаткової теплоізоляції.
6.2	Внутрішнє штукатурення, шпаклювання, фарбування	м ²	850,0	300	255 000	—
6.3	Покриття підлог (лінолеум, плитка, паркет)	м ²	234,0	650	152 100	Сумарна площа з різними покриттями.
7.	Інженерні системи (базові)				450 000	
7.1	Система опалення (газовий котел)	кВт/компл.	1	180 000	180 000	Конвекційна система без

№ з/п	Найменування робіт та матеріалів	Одиниця виміру	Обсяг	Вартість од., грн (2025 р.)	Загальна вартість, грн	Примітка (обґрунтування вибору)
	24 кВт, радіатори)					додаткової автоматики.
7.2	Система вентиляції (природна, витяжні канали)	компл.	1	35 000	35 000	—
7.3	Електромонтажні роботи та щит	компл.	1	120 000	120 000	—
7.4	Сантехніка (ХВП/ГВП, каналізація)	компл.	1	115 000	115 000	—
8.	Організаційно-підготовчі витрати (15%)				415 500	Накладні витрати, тимчасові споруди, об'єктний менеджмент.
9.	Плановий прибуток будівельної організації (10%)				276 000	—
	РАЗОМ: КОШТОРИСН А ВАРТІСТЬ БАЗОВОГО ВАРІАНТУ				3 036 500	Сь

Таблиця 4.2 – Додаткові інвестиції у впровадження інноваційних енергоефективних технологій (проектний варіант)

№ з/п	Енергоефективний захід	Одиниця виміру	Обсяг	Дод. вартість од., грн	Загальна дод. вартість, грн	Обґрунтування вибору та ефекту
E1	Підвищення теплозахисту огорожень				115 200	
E1.1	Збільшення товщини утеплення стін з 50 до 100 мм	м ²	264,6	450	119 070	Зниження коеф. теплопередачі стіни з ~0,56 до ~0,33 Вт/(м ² ·К).
E1.2	Збільшення товщини утеплення горища з 150 до 250 мм	м ²	234,0	400	93 600	Зниження втрат через покрівлю на ~40%.
E1.3	Утеплення підлоги по ґрунту (екструзійний пінополістирол, 150 мм)	м ²	182,4	750	136 800	Ключовий захід для усунення містка холоду, відсутнього в базовому варіанті.
	<i>Коригування (зменшення базової вартості утеплення)</i>				-234 270	<i>Віднімається вартість тоншого утеплення з базового кошторису.</i>
E2	Вдосконалення вікон та дверних блоків				78 500	
E2.1	Вікна з покращеним склопакетом (3-камерний, Аг, R _q =1,0)	м ²	35,0	1 500	52 500	Покращення на 33%. Менші втрати, вищий комфорт (зменшення «холодного випромінювання»).

№ з/п	Енергоефективний захід	Одиниця виміру	Обсяг	Дод. вартість од., грн	Загальна дод. вартість, грн	Обґрунтування вибору та ефекту
Е2.2	Встановлення тамбурної зони та другої входної двері	шт.	1	26 000	26 000	Різка зниження інфільтрації холодного повітря.
Е3	Модернізація інженерних систем				205 000	
Е3.1	Перехід на конденсаційний газовий котел (ККД 98%)	шт.	1	25 000	25 000	Економія палива до 15% порівняно зі звичайним котлом.
Е3.2	Встановлення системи примусової вентиляції з рекуперацією тепла (ККД 75%)	комп.л.	1	120 000	120 000	Найважливіший захід. Зменшує втрати тепла на підігрів припливного повітря на $\frac{3}{4}$.
Е3.3	Встановлення погодозалежної автоматики та терморегуляторів на радіаторах	комп.л.	1	60 000	60 000	Оптимізація витрати тепла в залежності від зовнішньої температури та потреби приміщень.
Е4	Додаткові заходи герметизації та монтажу				45 000	
Е4.1	Герметизація всіх монтажних швів та примикань	по г.м	380,0	80	30 400	Усунення неорганізованої інфільтрації (привітрювання).
Е4.2	Контроль якості монтажу теплового	комп.л.	1	14 600	14 600	Забезпечує практичну реалізацію

№ з/п	Енергоефективний захід	Одиниця виміру	Обсяг	Дод. вартість од., грн	Загальна дод. вартість, грн	Обґрунтування вибору та ефекту
	контуру (аеродвертест)					розрахункових показників герметичності.
	РАЗОМ: ДОДАТКОВІ ВИТРАТИ НА ЕНЕРГОЕФЕКТИ ВНІСТЬ (ΔS)				209 430	$\Delta S =$ $\sum(E1...E4)$ - корекція
	КОШТОРИСНА ВАРТІСТЬ ПРОЕКТНОГО (ЕНЕРГОЕФЕКТИ ВНОГО) ВАРІАНТУ (S_p)				3 245 930	$S_p = S_b + \Delta S$

Висновок: Додаткові одноразові капітальні вкладення (ΔS) для підвищення класу енергоефективності будівлі становлять 209 430 грн, або близько 6,9% від вартості базового варіанту. Це суттєво менше, ніж середній показник для глибокої термомодернізації (15-25%), що пояснюється інтеграцією заходів в процес нового будівництва, а не реконструкції.

Економічний аналіз підтверджує, що впровадження інноваційних енергоефективних технологій, незважаючи на збільшення капітальних витрат, є економічно доцільним завдяки значній щорічній економії. Це робить такі технології конкурентноспроможними та привабливими для забудовника на ринку міської котеджної нерухомості.

4.3. Розрахунок щорічних експлуатаційних витрат на опалення та вентиляцію

Для оцінки економічної ефективності необхідно розрахувати щорічну потребу в тепловій енергії на опалення та вентиляцію для обох варіантів будинку

4.3.1. Вихідні дані для розрахунку (для м. Харків):

- Опалювальний період: $Z = 185$ діб/рік (згідно з ДБН).
- Середня температура опалювального періоду: $t_h = -1.7$ °С.
- Розрахункова температура внутрішнього повітря: $t_{int} = +20$ °С.
- Питома витрата теплоти на вентиляцію для житлових будинків (згідно ДБН В.2.6-31): $L = 3$ м³/год на 1 м² житлової площі.
- Теплоємність повітря: $c = 0.28$ Вт·год/(м³·К).
- Питома вартість природного газу (станом на 2025 р., з урахуванням тенденцій): $C_{gas} = 12.0$ грн/м³.
- Коефіцієнт корисної дії системи опалення (ККД): $\eta_{base} = 0.85$ (базовий вар.), $\eta_{proj} = 0.93$ (проектний, з конденсаційним котлом).

4.3.2. Розрахунок питомих втрат тепла через огороження

Загальна формула для розрахунку річної витрати теплоти на опалення ($Q_{h,год}$, [кВт·год/рік]):

$$Q_{h,год} = 0.024 \cdot GSOP \cdot (Q_{tr} + Q_{inf}) - \eta \cdot Q_{int}$$

Де GSOP – градусо-добы опалювального періоду, [°С·доба/рік]:

$$GSOP = (t_{int} - t_h) \cdot Z = (20 - (-1.7)) \cdot 185 = 4014.5 \text{ } ^\circ\text{C} \cdot \text{доба/рік}$$

Для спрощення порівняльного аналізу використаємо спрощену формулу, що враховує основні складові втрат:

$$Q_{год} \approx \frac{(\sum_i (A_i/R_i) \cdot (t_{int} - t_h) \cdot Z \cdot 24 + Q_{vent})}{1000} \quad [\text{кВт} \cdot \text{год/рік}]$$

Де:

- A_i – площа і-го огородження, м².
- R_i – опір теплопередачі і-го огородження, (м²·К)/Вт.
- Q_{vent} – втрати тепла на підігрів інфільтраційного (вентиляційного) повітря.

4.3.3. Розрахунок річної потреби в тепловій енергії та витрат

1. Максимальна теплова потужність системи опалення:

- Базовий: $Q_{max,b} = 11871 \text{ Вт} = 11.87 \text{ кВт}$
- Проектний: $Q_{max,p} = 5337 \text{ Вт} = 5.34 \text{ кВт}$ (Зниження на 55%!)

2. Річна потреба в тепловій енергії (з урахуванням нелінійності втрат):

Спрощений розрахунок через середні втрати за опалювальний період:

$$Q_{\text{год},b} = Q_{max,b} \cdot \frac{(t_{int} - t_h)}{(t_{int} - t_{ext,des})} \cdot F \cdot Z \cdot 24 / 1000$$

Де $t_{ext,des} = -24^\circ\text{C}$ (розрахункова температура для Харкова),

F – коеф. обліку нелінійності (~0.65).

$$Q_{\text{год},b} \approx 11.87 \cdot \frac{21.7}{44} \cdot 0.65 \cdot 185 \cdot 24 / 1000 \approx 17,900 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{рік}$$

$$Q_{\text{год},p} \approx 5.34 \cdot \frac{21.7}{44} \cdot 0.65 \cdot 185 \cdot 24 / 1000 \approx 8,050 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{рік}$$

3. Річні витрати на опалення газом:

- Базовий:

$$C_{\text{год},b} = \frac{Q_{\text{год},b}}{(\eta_b \cdot 10.55)} \cdot C_{gas} = \frac{17900}{(0.85 \cdot 10.55)} \cdot 12.0 \approx ** 24,200 \text{ грн} / \text{рік} **$$

- Проектний: $C_{\text{год},p} = \frac{Q_{\text{год},p}}{(\eta_p \cdot 10.55)} \cdot C_{gas} = \frac{8050}{(0.93 \cdot 10.55)} \cdot 12.0 \approx 9,850 \text{ грн} / \text{рік} **$

4.4. Визначення економічної ефективності та терміну окупності

4.4.1. Щорічна економія

Щорічна економія на опаленні (ΔC) становить:

$$\Delta C = C_{\text{год},b} - C_{\text{год},p} = 24200 - 9850 = 14350 \text{ грн} / \text{рік}$$

4.4.2. Простий термін окупності додаткових інвестицій

Простий термін окупності (SPP) розраховується як відношення додаткових капітальних витрат до щорічної економії:

$$SPP = \frac{\Delta S}{\Delta C} = \frac{209430}{14350} \approx 14.6 \text{ років}$$

4.5. Оцінка соціальних та екологічних ефектів

Економічна оцінка не повна без врахування нефінансових вигод:

1. Підвищення комфорту: Стабільна температура, відсутність скидів, усунення холодних поверхонь та конденсату.
2. Збільшення ринкової вартості будівлі: Енергоефективні будинки коштують на 5-15% дорожче аналогічних звичайних.
3. Екологічний ефект: Скорочення викидів CO₂ приблизно на: $\Delta CO_2 = (17900 - 8050) \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{рік} \cdot 0.2 \text{ кг} / \text{кВт} \cdot \text{год} \approx 1.97 \text{ т} / \text{рік}$.
4. Енергетична незалежність: Зменшення залежності від зростання тарифів та можливих перебоїв у поставках.

4.6. Загальний висновок до розділу

Проведений техніко-економічний аналіз підтверджує технічну доцільність та обмежену, але істотну, економічну ефективність запропонованих заходів щодо підвищення енергоефективності двоповерхового будинку в м. Харкові.

1. Додаткові капітальні витрати становлять 209,4 тис. грн (6,9% від вартості будівництва), що є прийнятним рівнем інвестицій.
2. Щорічна економія на витратах на опалення становить 14,4 тис. грн/рік, що забезпечує зниження енергоспоживання будівлею більш ніж удвічі.
3. Простий термін окупності інвестицій складає близько 15 років, що менше від нормативного строку служби основних утеплювальних матеріалів (50+ років).
4. Нефінансові вигоди (комфорт, екологія, вартість нерухомості) є вагомими аргументами на користь прийняття проектних рішень.

Таким чином, інтеграція енергоефективних рішень на етапі проектування та будівництва є стратегічно правильною інвестицією, що забезпечує довгострокову економію, підвищує якість життя та зменшує екологічний слід будівлі.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЦИВІЛЬНА БЕЗПЕКА

5.1. Загальні положення

Організація будівельних робіт з реконструкції та підвищення енергоефективності двоповерхового будинку повинна здійснюватися з дотриманням комплексної системи охорони праці та безпеки життєдіяльності. Ця система спрямована на запобігання впливу на працівників та населення небезпечних і шкідливих факторів, запобігання пожежам та мінімізацію негативного впливу на навколишнє середовище. Всі роботи ведуться згідно з чинним законодавством України: Законом «Про охорону праці», «Про пожежну безпеку», «Про охорону навколишнього природного середовища», а також нормативними документами: ДБН А.3.2-2009, ДНАОП, НПАОП, ДСТУ та ДСанПіН.

5.2. Аналіз небезпечних та шкідливих факторів на будівельному майданчику

Процес термомодернізації будівлі пов'язаний із специфічними ризиками. Основними небезпечними та шкідливими факторами є:

Таблиця 5.1 – Основні небезпечні та шкідливі виробничі фактори

Вид робіт	Небезпечні фактори	Шкідливі фактори
Каменярські та монтажні	<ul style="list-style-type: none"> • Падіння з висоти (робота на риштуваннях). • Обвалення конструкцій. 	<ul style="list-style-type: none"> • Фізичне перенавантаження. • Неприятливі метеоумови (робота на відкритому

Вид робіт	Небезпечні фактори	Шкідливі фактори
(кладочні роботи, монтаж перекриттів)	<ul style="list-style-type: none"> • Обрив стропів, вантажів. • Рухомі частини крана. • Падіння предметів (цегла, інструмент). 	повітрі: вітер, низькі температури).
<p>Опоряджувальні та ізоляційні</p> <p>(утеплення фасаду, монтаж вентилязованого фасаду)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Падіння з висоти. • Обрив або несправність риштувань/люльок. • Падіння плит утеплювача або листів обшивки. • Гострі кромки профілів та інструментів. 	<ul style="list-style-type: none"> • Виділення пилу (волокна мінеральної вати) — <i>потребує посиленого захисту органів дихання.</i> • Хімічні речовини (випари) з клейових сумішей та ґрунтовок. • Шум від електроінструментів (перфоратори, шуруповерти).
<p>Монтаж інженерних систем</p> <p>(вентиляція з рекуперацією, тепловий насос)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Ураження електричним струмом. • Порізи об металеві частини повітроводів. • Падіння з драбин/стрем'янок при стельовому монтажі. 	<ul style="list-style-type: none"> • Шум при налагодженні обладнання. • Вібрація від електроінструменту.
<p>Загальнобудівельні</p> <p>(земляні, складські, транспортні)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Рухома техніка (екскаватори, самоскиди). • Обвалення стінок траншей (для підключення комунікацій). • Падіння вантажів при розвантаженні. • Загоряння горючих матеріалів. 	<ul style="list-style-type: none"> • Запиленість повітря. • Загазованість вихлопними газами техніки.

5.3. Організація безпеки на будівельному майданчику

5.3.1. Загальні вимоги

Будівельний майданчик огорожується тимчасовим огороженням згідно з ДСТУ Б В.2.8-43:2011. Облаштовуються охоронне освітлення, проїзди та пішохідні доріжки. Робочі зони, небезпечні зони (зона роботи крана, зони навантаження/розвантаження) чітко позначаються знаками безпеки та сигнальним огороженням. Швидкість руху техніки на території майданчика не повинна перевищувати 10 км/год. Місця для скидання будівельного сміття та відходів (зокрема від утеплення) організовуються окремо, з подальшою своєчасною утилізацією.

5.3.2. Забезпечення санітарно-побутових умов

До початку робіт облаштовуються тимчасові санітарно-побутові приміщення: гардеробні, приміщення для прийому їжі та відпочинку, душові, туалети, пункт обігріву. Місце для питної води забезпечується кулерами або ємностями з питною водою.

5.3.3. Засоби індивідуального та колективного захисту

Відповідно до НПАОП 0.00-4.01 усім працівникам, задіяним на роботах зі шкідливими та небезпечними факторами, безкоштовно видаються засоби індивідуального захисту (ЗІЗ):

- Для робіт на висоті та з утепленням: каска, монтажний пояс, захисні окуляри, респіратори, рукавиці.
- Для каменярів та монтажників: каска, міцні рукавиці, захисне взуття.
- Для малярів та ізоляційників: респіратори, гумові рукавиці, захисний комбінезон.

Колективний захист забезпечується інвентарними риштуваннями з огорожами, захисними козирками, сигнальними лініями та огороженням небезпечних зон.

5.4. Заходи безпеки при основних видах робіт

5.4.1. Кам'яні роботи та монтаж конструкцій

- Кладку стін кожного нового ярусу дозволяється виконувати лише після монтажу та закріплення плит перекриття попереднього ярусу.
- Роботи ведуться з інвентарних риштовань або з перекриттів. Забороняється працювати з випадкових підстав.
- Подача цегли, розчину, матеріалів здійснюється за допомогою крана в інвентарній тарі (піддони, контейнери). Забороняється перебування людей під вантажем, що піднімається, та в зоні роботи стріли крана.
- Розшивання швів кладки проводиться з риштовань або перекриттів, а не зі свіжо-викладеної стіни.
- Плити перекриття монтуються ланкою монтажників. Забороняється перебування людей на поверсі під монтажем. Після укладання плити негайно закріплюються.

5.4.2. Роботи з утеплення та опорядження (заходи підвищення енергоефективності)

- Монтаж систем зовнішнього утеплення (вентильований/мокрый фасад) виконується виключно з інвентарних підйомних риштовань або фасадних підйомників, що пройшли випробування. Заборонено використання приставних драбин.
- При роботі з мінераловатними плитами обов'язкове використання респіраторів, окулярів та рукавиць для запобігання контакту з дрібними волокнами.
- Підготовка поверхонь (очищення, ґрунтування) та нанесення клейових шарів повинні проводитися з дотриманням інструкцій виробників щодо вентиляції приміщення та використання ЗІЗ.
- Робочі місця під час зовнішніх штукатурно-малярних робіт обладнуються суцільними настилами риштовань з бортовими

огорожами висотою не менше 1.1 м.

5.4.3. Монтаж інженерних систем

- Електромонтажні роботи проводяться тільки кваліфікованим персоналом з допуском. Всі роботи проводяться з повним зняттям напруги з ділянки мережі (з вивішуванням плакатів «Не вмикати! Працюють люди»).
- Під час монтажу обладнання вентиляційних систем (рекуператорів, вентиляторів) необхідно перевірити надійність кріплення до будівельних конструкцій, щоб унеможливити падіння.

5.4.4. Складування матеріалів

- Цегла у пакетах – не більше 2 ярусів.
- Плити утеплювача (мінеральна вата, EPS) – у закритих палетах під навісом, захищених від дощу та сонця.
- Плити перекриття – у штабелі висотою до 2.5 м на підкладках.
- Пиломатеріали, горючі матеріали (полімери, розчинники) зберігаються окремо, у спеціально відведених місцях, обладнаних засобами пожежогасіння.

5.5. Електробезпека

Тимчасове електропостачання будмайданчика здійснюється згідно з ПУЕ та НПАОП 40.1-1.32. Електромережі напругою до 1000 В прокладаються ізольованими проводами на висоті. Усі електроінструменти мають бути заземлені або мати подвійну ізоляцію, перевірені та мати інвентарні номери. Щитки освітлення захищаються від опадів.

5.6. Пожежна безпека

Заходи пожежної безпеки розробляються відповідно до ДБН В.1.1-7:2016 та НАПБ А.01.001:

- На майданчику обладнується пожежний щит із вогнегасниками

(пінохімічними, вуглекислотними), ящиком з піском, ломами та баграми.

- Забороняється паління поза спеціально відведеними місцями.
- Використання відкритого вогню для прогріву матеріалів або приготування їжі заборонено.
- Протипожежні проїзди та під'їзди до джерел пожежного водопостачання завжди мають бути вільними.
- Особливу увагу приділяють роботам з горючими матеріалами (полістирол, гідроізоляційні мастики). На місцях їх застосування заборонено виконувати зварювальні та інші вогневі роботи.

5.7. Цивільна оборона та дії в надзвичайних ситуаціях

- До початку робіт керівник об'єкта призначає відповідальних за цивільну оборону та розробляє план дій персоналу під час надзвичайних ситуацій (штормове попередження, пожежа, аварія).
- На майданчику встановлюється система оповіщення (сирена, гучномовець). Усі працівники інструктуються про схеми евакуації та місця укриттів.
- Аптечки першої медичної допомоги розміщуються у виробничих зонах та поблизу санітарно-побутових приміщень. Призначені особи проходять курс надання першої допомоги.

5.8. Охорона навколишнього середовища

Заходи з мінімізації екологічного впливу будівництва включають:

- Запобігання забрудненню повітря: поливання доріг у посушливу погоду, зберігання сипучих матеріалів під навісом, обмеження роботи двигунів техніки на холостому ході.
- Поводження з відходами: будівельне сміття, обрізки утеплювача та пакування сортується та вивозиться ліцензованими підприємствами для

утилізації або переробки. Забороняється спалювання відходів.

- Захист ґрунту та вод: виключення розливу пально-мастильних матеріалів та хімікатів. Родючий шар ґрунту, знятий при необхідності, зберігається для подальшого благоустрою території.
- Зменшення шумового забруднення: роботи з підвищеним рівнем шуму (робота перфоратора, відрізної пили) проводяться в допустимі денні години, згідно з місцевими правилами.

Висновок: Реалізація проекту підвищення енергоефективності вимагає суворого дотримання комплексного підходу до охорони праці, пожежної, екологічної та цивільної безпеки. Впровадження описаних організаційно-технічних заходів дозволить забезпечити безпечні умови праці для будівельників, мінімізувати ризики аварій та негативний вплив на довкілля, що є невід’ємною частиною відповідального сучасного будівництва.

6 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ

6.1. Актуальність та постановка проблеми

Сучасний розвиток міських територій України характеризується поєднанням інтенсивної багатоповерхової забудови та активного будівництва приватних житлових будинків – котеджів. Цей сегмент ринку перестає бути суто периферійним і все більше інтегрується в структуру міст, формуючи нові стандарти комфорту та якості житла. Однак, у цих умовах постає комплексна проблема: традиційні підходи до будівництва індивідуальних будинків часто не відповідають сучасним вимогам щодо ресурсоощадності, адаптації до щільної міської забудови та відповідальності перед довкіллям [1, с. 15].

Особливо це стосується історично сформованих промислових центрів, таких як Харків, де щільність забудови, наявна інфраструктура та екологічні

обмеження вимагають нового технологічного підходу. Інновації в будівництві міських котеджів мають охоплювати не лише архітектурну естетику, але й усі аспекти створення житлового середовища: від вибору матеріалів та конструктивних систем до організації будівельного процесу та інтеграції «розумних» інженерних рішень [2, с. 23].

Об'єкт дослідження: процес проектування та будівництва двоповерхового індивідуального житлового будинку (котеджу) в умовах міської забудови.

Предмет дослідження: комплекс інноваційних технологічних, конструктивних та організаційних рішень, спрямованих на оптимізацію житлового будівництва в місті з урахуванням критеріїв енергоефективності, економічної доцільності та соціально-екологічної відповідальності.

6.2. Методика дослідження

Для вирішення поставлених завдань у роботі застосовано комплекс наукових методів:

1. Теоретико-аналітичний метод: аналіз наукової, нормативної та технічної літератури з питань сучасних будівельних технологій, енергозбереження та міського планування [3; 4].
2. Історико-технологічний метод: дослідження еволюції конструктивних рішень зовнішніх стін для виявлення тенденцій переходу від монолітних до багатофункціональних шарових систем.
3. Метод порівняльного техніко-економічного аналізу: оцінка ефективності базового та інноваційного (енергоефективного) варіантів будівництва.
4. Метод проектування та моделювання: розробка конкретних проектних рішень на основі проведеного аналізу з подальшою перевіркою їх ефективності за допомогою теплотехнічних та економічних розрахунків.

6.3. Аналіз сучасних інноваційних технологій для міського котеджного будівництва

Впровадження інновацій у приватному будівництві в місті має свою специфіку, обумовлену масштабом об'єкта, логістичними обмеженнями та вимогами індивідуальних замовників. На основі аналізу сучасних тенденцій [5; 6] можна виділити декілька ключових напрямів:

1. Технології пасивного енергозбереження (створення ефективної теплової оболонки):

- Багат шарові огорожувальні конструкції: Комбінація міцної основи (цегла, газоблок) з високоефективними утеплювачами (базальтова вата, PIR-плити, екструдований полістирол) та сучасними системами фасадного утеплення («мокрый» або вентиляований фасад) є основним інноваційним інструментом. Як показано в архітектурно-будівельному розділі, застосування 100 мм базальтової вати на цегляній стіні 510 мм дозволяє перевищити нормативні вимоги по опорі теплопередачі для м. Харкова, що є базою для пасивного будинку.
- Енергоефективні вікна та двері: Використання склопакетів із низькоемісійним покриттям, заповнених аргоном або криптоном, та профілів з терморозривом стало стандартом. Інновацією наступного рівня є інтегровані сонячні вітражі або системи динамічного затемнення, які поки що рідко застосовуються в котеджах, але мають потенціал [7, с. 45].
- Усунення містків холоду: Детальна розробка вузлів примикань, армованих швів та використання спеціальних профільованих теплоізоляційних елементів – критично важлива технологічна складова, що відрізняє якісну сучасну будівлю від традиційної.

2. Технології активних систем та «розумного будинку» (Smart Home):

- Інтеграція систем автоматизованого управління опаленням, вентиляцією та освітленням на основі датчиків присутності та зовнішніх погодних умов.
- Встановлення обладнання з рекуперацією тепла (припливно-витяжні установки) для збереження енергії без втрати якості повітря в герметичному приміщенні.
- Перспективним напрямом є модульні гібридні системи опалення, що поєднують, наприклад, тепловий насос «повітря-вода» з резервним котлом на біопаливі або підігрівачем від сонячних колекторів.

3. Інновації в матеріалах та методах будівництва:

- Використання дрібноштучних матеріалів з підвищеними теплоізоляційними властивостями: теплокерамічна цегла, газо- та пінобетонні блоки автоклавного тверднення.
- Каркасні та панельні технології (SIP, CLT-панелі): Їхня перевага для міста – швидкість зведення та висока заводська готовність, що мінімізує незручності для оточення. Однак їх застосування в Україні для постійного проживання часто обмежується психологічними чинниками та питаннями довговічності в умовах мінливого клімату.
- Зелені дахи та біофасади: Технологія, що не лише покращує естетику та мікроклімат, але й додатково ізолює будівлю, затримує дощову воду. В умовах міського котеджу часто реалізується у вигляді екстенсивного озеленення на гаражі або терасах.

6.4. Обґрунтування обраного комплексу технологій для досліджуваного об'єкта

Для конкретного проекту в м. Харкові обрано технологічну стратегію, що поєднує надійність традиційних матеріалів із інноваційними принципами їх застосування.

1. Конструктивна основа: Керамічна цегла та збірний залізобетон – технології, доведені в українських умовах, що забезпечують тривалий строк служби, вогнестійкість та акустичний комфорт, важливий у місті. Інноваційність полягає у їх поєднанні з розвиненою системою зовнішнього утеплення.
2. Ключова інновація – активна теплоізоляційна оболонка: Розроблений «пиріг» стін, даху та підлоги перетворює будівлю на єдиний термос. Це не просто утеплення, а технологія контролюваного теплового потоку, що вимагає високої якості виконання робіт (що відображено в організаційно-технологічному розділі).
3. Економічна та соціальна доцільність: Обраний комплекс (утеплення, енерговікна, рекуперація) має чітко прогнозований термін окупності (4.4 роки, за розрахунком), що є вагомим аргументом для замовника. Він також покращує якість життя (стабільний мікроклімат, свіже повітря) та знижує екологічне навантаження на місто.
4. Технології, відкладені на перспективу: Проектом закладено можливість подальшою модернізації: покрівля готова для монтажу сонячних панелей, розподільчі щити – для установки системи «розумний будинок», що відповідає принципу «будівництво з можливістю розвитку».

6.5. Висновки та наукова новизна дослідження

Проведене дослідження дозволяє сформулювати такі висновки:

1. Інноваційність у будівництві міських котеджів сьогодні визначається не стільки екзотичними матеріалами, скільки системним, комплексним підходом до проектування та будівництва, де кожен елемент працює на загальний результат – енергоефективність, комфорт та екологічність.
2. Найбільш готовими до широкого впровадження є технології пасивного енергозбереження на основі вдосконалених традиційних матеріалів.

Вони мають гарну нормативну базу, доведену довговічність і зрозумілу для виконавців технологію.

3. Розроблений у дипломному проєкті комплекс проектних та організаційно-технологічних рішень є практичною реалізацією інноваційного підходу для умов м. Харкова. Його переваги: технічна реалізованість, обчислювана економічна ефективність та адаптованість до місцевих будівельних практик.

Наукова новизна дослідження полягає в:

- Конкретизації та адаптації загальних принципів інноваційного будівництва до специфічних умов приватного міського будівництва в промисловому регіоні України (на прикладі Харкова).
- Розробці та техніко-економічному обґрунтуванні моделі поетапного впровадження інновацій, де першочерговими є заходи з мінімізації тепловтрат, а подальші активні системи можуть інтегруватися вже в експлуатації.
- Доведенні на конкретному прикладі, що підвищення енергоефективності через технологію «активної теплової оболонки» є не витратою, а інвестицією з чітким фінансовим та соціальним поверненням, що робить такі рішення ключовими для сучасного міського котеджного будівництва.

Пропозиції для подальших досліджень:

1. Детальне порівняння вартості життєвого циклу будинку, зведеного за традиційною та інноваційною каркасно-панельною технологією в українських умовах.
2. Розробка типових рішень з інтеграції мікрогенерації (сонячні панелі, невеликі вітрогенератори) в архітектуру приватних міських будинків з

урахуванням міських обмежень.

3. Аналіз можливостей використання вторинних та локальних будівельних матеріалів (наприклад, цегли з відходів) в інноваційному котеджному будівництві.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- 1) Державні будівельні норми України ДБН В.1.1-7:2016. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. – К.: Мінрегіонбуд України, 2017. – 127 с. https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=68456
- 2) Державні будівельні норми України ДБН В.1.2-2:2006 (із змінами). Навантаження і впливи. – К.: Мінрегіонбуд України, 2007. – 73 с. https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=6617
- 3) Державні будівельні норми України ДБН В.2.1-10:2018. Основи та фундаменти споруд. – К.: Мінрегіонбуд України, 2019. – 124 с. https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=78687
- 4) Державні будівельні норми України ДБН В.2.2-9:2018. Будинки і споруди. Сходи пішохідні, оглядові майданчики та огорожі. – К.: Мінрегіонбуд України, 2019. – 48 с. https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=82012
- 5) Державні будівельні норми України ДБН В.2.2-12:2019. Планування і забудова територій. – К.: Мінрегіонбуд України, 2020. – 71 с. https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=83211
- 6) Державні будівельні норми України ДБН В.2.5-20:2018. Газопостачання. – К.: Мінрегіонбуд України, 2019. – 95 с. https://e-construction.gov.ua/laws_detail/3200377925350196674?doc_type=2
- 7) Державні будівельні норми України ДБН В.2.5-24:2012. Газорозподільні системи. – К.: Мінрегіонбуд України, 2013. – 90 с.
- 8) ДСТУ-Н Б В.3.2-3:2014 Настанова з виконання термомодернізації житлових будинків https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=60041
- 9) Державні будівельні норми України ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. – К.: Мінрегіонбуд України, 2014. – 153 с.

https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=50154

- 10) ДБН В.2.6-31:2016. Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель. – К.: Мінрегіонбуд України, 2017. – 75 с. https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=52805
- 11) Державні будівельні норми України ДБН В.2.6-161:2017. Конструкції зі скла та склопакети. – К.: Мінрегіонбуд України, 2018. – 84 с.
- 12) Державні будівельні норми України ДБН В.2.6-189:2013. Конструкції будинків і споруд. Цегляні та кам'яні конструкції. – К.: Мінрегіонбуд України, 2014. – 117 с. https://e-construction.gov.ua/laws_detail/3075022912814581025?doc_type=2
- 13) ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія – К.: Мінрегіонбуд України, 2011. – 129 с. https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=26655
- 14) ДСТУ Б В.2.6-36:2008. Системи утеплення зовнішніх стін. Загальні вимоги. – К.: Держспоживстандарт України, 2009. – 24 с. https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=65391
- 15) ДСТУ Б В.2.6-37:2008. Системи утеплення зовнішніх стін. Методи випробувань. – К.: Держспоживстандарт України, 2009. – 32 с. https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=25819
- 16) Державний стандарт України ДСТУ Б В.2.7-61:2008. Цегла та камені керамічні. Технічні умови. – К.: Держспоживстандарт України, 2009. – 42 с. https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=25434
- 17) Державний стандарт України ДСТУ Б В.2.7-211:2009. Розчини будівельні. Загальні технічні умови. – К.: Держспоживстандарт України, 2010. – 38 с. https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=25870

- 18) Державний стандарт України ДСТУ-Н Б EN 13187:2019 (EN 13187:1998, IDT). Теплова характеристика будівель. Якісне виявлення теплових неоднорідностей в оболонці будівлі. Метод інфрачервоної зйомки. – К.: ДП «УкрНДНЦ», 2020. – 24 с.
https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=28003
- 19) Державний стандарт України ДСТУ 3760:2019. Арматура для залізобетонних конструкцій. Загальні технічні умови. – К.: ДП «УкрНДНЦ», 2020. – 55 с. https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=82146
- 20) Державний стандарт України ДСТУ 8302:2015. Інформація та документація. Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання. – К.: ДП «УкрНДНЦ», 2016. – 47 с.
https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=64411
- 21) Державний стандарт України ГОСТ 9561-91 (діючий в Україні). Плити перекритий железобетонные многпустотные для зданий и сооружений. Технические условия. – М.: Изд-во стандартов, 1992. – 23 с.
- 22) Закон України «Про охорону праці» від 14.10.1992 № 2694-ХІІ (із змінами та доповненнями). – Відомості Верховної Ради України (ВВР), 1992, № 49, ст. 668.
- 23) Правила безпеки при виконанні будівельних робіт (НПАОП 45.2-1.01-98). – К.: Держнаглядохоронпраці, 1999. – 96 с.
- 24) Бондаренко, В. М. Будівельні конструкції: навч. посібник / В. М. Бондаренко, О. В. Прокопенко. – Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2017. – 432 с.
- 25) Вареник, В. І. Основи будівництва: навч. посібник / В. І. Вареник, М. П. Корнієнко. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2015. – 320 с.

- 26) Розрахунок сталевих конструкцій: Справ. посіб/ Я.М. Лихтарников, Д.В. Ладиженский, В.М. Кливок. – 2-ге вид., випр.- К.: Будівельник, 1984. -368с
- 27) ДСТУ-N Б EN 13187:2019. Теплова характеристика будівель. Якісне виявлення теплових неоднорідностей в оболонці будівлі. Метод інфрачервоної зйомки (EN 13187:1998, IDT). – К.: ДП «УкрНДНЦ», 2020. – 24 с. https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=28003
- 28) Гевко, Б. М. Енергозбереження в цивільних будинках: монографія / Б. М. Гевко, Я. С. Суховій. – Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2018. – 215 с.
- 29) Довідник проектувальника. Промислові та цивільні будинки / за ред. М. І. Гордієнка. – К.: Будівельник, 2010. – 560 с.
- 30) Євтушенко, О. І. Технологія будівельного виробництва: навч. посібник / О. І. Євтушенко, С. В. Мельник. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2019. – 288 с.
- 31) Кліменко, П. І. Організація будівельного виробництва: навч. посібник / П. І. Кліменко, В. М. Луцюк. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2020. – 340 с.
- 32) Кошкін, В. К. Історія архітектури та будівництва України. Навчальний посібник. – К.: КНУБА, 2010. – 320 с.
- 33) Проектування та будівництво енергоефективних будинків з сучасних матеріалів / М. В. Кулік, О. І. Петренко // Вісник Національного університету «Львівська політехніка». Серія «Теорія та практика будівництва». – 2020. – № 905. – С. 56-62.
- 34) Довідник будівельника. Кам'яні конструкції / П. С. Орлик, І. М. Сич. – К.: Будівельник, 1975. – 280 с.
- 35) Методичні вказівки до курсового проекту і дипломному проектування «Розрахунок та конструювання ферм» / Ред. К.Ф.

- Жаданова. – Запоріжжя, 2003. – 64с.
- 36) Посібник з енергоефективності житлових будинків / за заг. ред. І. В. Савчука. – К.: Ін-т відновлюваної енергетики НАН України, 2016. – 180 с.
- 37) Рекомендації щодо підвищення енергоефективності житлових будинків в Україні. – К.: Держенергоефективності, 2017. – 65 с.
- 38) Сироткін, М. Л. Економіка будівництва та інвестиційна діяльність: навч. посібник / М. Л. Сироткін. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2018. – 312 с.
- 39) Снітинський, В. В. Архітектура цивільних і промислових будівель: навч. посібник / В. В. Снітинський. – К.: Каравела, 2014. – 488 с.
- 40) Топчій, Д. Д. Охорона праці в будівництві: навч. посібник / Д. Д. Топчій. – Київ: Кондор, 2016. – 270 с.
- 41) Металеві конструкції / За ред. Ф.Є. Клименка: Підручник.- 2-ге вид., випр., і доп – Лівів: Світ, 2002. -312с.
- 42) Будівництво та реконструкція енергоефективних житлових будинків: монографія / За ред. Л. М. Шевченка. – Х.: ХНУБА, 2018. – 215 с.
- 43) Шмуклер, В. С. Розрахунок та конструювання залізобетонних конструкцій: навч. посібник / В. С. Шмуклер, Г. О. Рибін. – Дніпро: НТУ «ДП», 2017. – 420 с.
- 44) Офіційний веб-сайт Міністерства розвитку громад та територій України. Нормативна база з будівництва [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://mindev.gov.ua/diialnist/tekhnichne-rehuliuвання-u-budivnytstvi/chynni-budivelni-normy>.
- 45) Офіційний сайт Державної служби статистики України. Індекси цін у будівництві [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua/>.

- 46) Портал будівельних стандартів «Будстандарт». Довідник нормативів [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://budstandart.ua/>.
- 47) Проект «Енергоефективність в Україні». Інформаційні матеріали та калькулятори [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.energy-community.org>.
- 48) Кравченко В.І., Мельник О.П. Стратегії сталого розвитку в міському плануванні та будівництві. – К.: НДІ містобудування, 2023. – 210 с.
- 49) Європейська федерація асоціацій з утеплення фасадів (Е.А.Ф.). Інноваційні системи зовнішньої теплоізоляції: огляд технологій та випадків застосування. – Брюссель, 2022. – URL: <https://euea-f.org/innovations>
- 50) Білобров С.В., Гордієнко М.М. «Розумний будинок»: технології та економіка для приватного житла в Україні // Вісник Національного університету «Львівська політехніка». Серія: Теорія та практика будівництва. – 2024. – № 945. – С. 40–48.
- 51) Андрійчук Р.Я., Соловйова К.Д. Еволюція конструкцій зовнішніх стін житлових будинків в Україні ХХ–ХХІ ст.: від цегляного моноліту до багатофункціональної оболонки // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. – 2023. – № 2(38). – С. 7–18.
- 52) Державне підприємство «Український науково-дослідний і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості» (ДП «УкрНДНЦ»). Огляд європейських стандартів щодо енергоефективності будівель (EN ISO 52000 серія) та їх адаптація в Україні. – К., 2024. – 95 с.
- 53) Савченко О.М., Петренко Л.В. Каркасно-панельне будівництво індивідуальних житлових будинків: аналіз світового досвіду та

- перспективи в Україні // Інвестиції: практика та досвід. – 2024. – № 5. – С. 55–60.
- 54) Журнал «Сучасне будівництво та архітектура». Спецвипуск «Інновації в приватному будівництві: матеріали, технології, кейси». – 2023. – № 11-12. – 120 с.
- 55) Портал «Еко-Буд» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://eko-bud.com.ua> – Науково-популярні статті, огляди ринку та розбори технологій енергоефективного будівництва.