

Харківський національний університет міського господарства
імені О.М. Бекетова

Навчально-науковий інститут Архітектури, містобудування та дизайну
Кафедра міського будівництва та територіального планування

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

на тему:

Планування житлової забудови в м. Харків

Виконав: здобувач 4 курсу, групи МБГ 2022-1

Галузь знань: 19 Архітектура та будівництво

Спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія

Освітня програма «Міське будівництво та господарство»

Коротун С.Д.

Керівник:

доц. Шижкін Е. А.

Рецензент:

доц.. Чепурна С.М.

Харків – 2026

Харківський національний університет міського господарства ім. О.М. Бекетова
(повне найменування вищого навчального закладу)

Навчально-науковий інститут: Архітектури, містобудування та дизайну

Кафедра: міського будівництва та територіального планування

Освітньо-кваліфікаційний рівень: бакалавр

Галузь знань: 19 Архітектура та будівництво
(шифр і назва)

Спеціальність: 192 Будівництво та цивільна інженерія
(шифр і назва)

Освітня програма: Міське будівництва та господарство

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри проф. Завальний О. В.

“ 15 ” червня 2026 року

ЗАВДАННЯ НА БАКАЛАВРСЬКУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ Коротун Софія Дмитрівна

Тема проєкту: **Планування житлової забудови в м. Харків**

1. Керівник проєкту: к.т.н., доц. Шишкін Едуард Анатолійович
затверджені наказом від 17.04.2026 р. № 338-03
2. Строк подання здобувачем проєкту: 15 червня 2026 року
3. Вихідні дані до бакалаврської роботи завдання кафедри міського будівництва та територіального планування
4. Склад розрахунково-пояснювальної записки:
1. Планувальна частина. 2. Архітектура. 3. Будівельні конструкції.
4. Технологія будівельного виробництва. 5. Охорона праці і безпека в надзвичайних ситуаціях. 6. Економіка
5. Перелік графічного матеріалу:
Опорний план, генеральний план, схема функціонального зонування, схема транспортного обслуговування і пішохідної доступності, фрагменти благоустрою і вертикального планування, архітектура, будівельні конструкції, ТБВ.

6. Консультанти розділів проєкту

Розділ	Прізвище, ініціали і посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Архітектура	к.т.н., доц. Шишкін Е.А.		
Будконстр.	д.т.н., проф. Нижник О.В.		
ТБВ	к.т.н., доц. Шаповал С.В.		
Охорона праці і безпека в надзвичайних ситуаціях	к.т.н., доц. Серіков Я.О.		
Економіка	к.е.н., доц. Серьогіна Д.О.		

7. Дата видачі завдання 28.05.2026

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів дипломного проєкту	Строк виконання етапів проєкту	Примітка
1	Архітектурно-будівельна частина	28.05.2026	
2	Опорний план	30.05.2026	
3	Схема генерального плану	02.06.2026	
4	Конструктивні креслення	02.06.2026	
5	Технологія будівельного виробництва	05.06.2026	
6	Схема транспорту та пішохідних зв'язків	06.06.2026	
7	Схема функціонального зонування	06.06.2026	
8	Схема благоустрою	06.06.2026	
9	Охорона праці	05.06.2026	
10	Економіка	07.06.2026	
11	Перевірка на плагіат	08.06.2026	
12	Передзахист	15.06.2026	

Керівник



Е.А. Шишкін

Здобувач



С.Д. Коротун

ЗМІСТ

	С
ВСТУП	6
1. ПЛАНУВАЛЬНА ЧАСТИНА.....	7
1.1 Існуюче положення.....	7
1.2 Існуючий стан району проєктування	11
1.3 Генеральний план	13
1.4 Функціональне зонування.....	21
1.5 Вертикальне планування і водовідвід	25
1.6 Благоустрій і озеленення.....	28
2. АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ РОЗДІЛ	33
2.1 Загальна характеристика проєктованої будівлі	33
2.2 Об'ємно-планувальне рішення.....	33
2.3 Технічні-економічні показники.....	34
2.4 Конструктивні рішення	34
2.5 Інженерне обладнання	40
2.6 Теплотехнічний розрахунок	42
3. КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА	45
3.1 Розрахунок збірного залізобетонного маршу	46
3.2 Розрахунок залізобетонної майданчикової плити	50
4. ТЕХНОЛОГІЧНА КАРТА НА ВИКОНАННЯ КЛАДКИ СТІН З ЦЕГЛИ.....	54
4.1 Область застосування технологічної карти	54
4.2 Визначення обсягів робіт.....	55
4.3 Калькуляція трудових витрат і заробітної плати	57
4.4 Технологія та організація виконання робіт	58
4.5 Інструменти і пристосування для цегляної кладки	59
4.6 Вибір монтажного крана	60
4.7 Календарний графік проведення робіт	62
4.8 Техніко-економічні показники	63

5. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	64
5.1. Законодавство України в області охорони праці та промислової безпеки при виконанні цегляної кладки	64
5.2. Аналіз умов праці та виявлення потенційних небезпек при виконанні цегляної кладки.....	65
5.3. Аналіз небезпечних і шкідливих факторів при виконанні цегляної кладки.....	67
5.4. Небезпечні зони при виконанні цегляної кладки.....	68
5.5. Заходи щодо усунення небезпечних і шкідливих факторів	69
6. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	71
6.1. Загальні положення та мета розрахунку.....	71
6.2. Вихідні дані та їх обґрунтування.....	71
6.3. Розрахунок трудомісткості окремих видів робіт.....	72
6.4. Розрахунок фонду заробітної плати.....	74
6.5. Аналіз структури трудових витрат.....	75
6.6. Економічне значення отриманих результатів.....	76
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	78

ВСТУП

Міське будівництво в Україні на сучасному етапі характеризується складністю і багатогранністю процесів, що відображають вплив глибоких соціально-економічних, політичних і просторових трансформацій. У цьому контексті формування ефективного міського середовища стає необхідною передумовою для забезпечення сталого розвитку територій, підвищення рівня якості життя населення та зміцнення конкурентоспроможності міст в умовах глобалізації.

Актуальність дослідження цієї тематики обумовлена загостренням низки системних проблем. Серед них особливої уваги потребує неконтрольована забудова, недостатній рівень розвитку інженерно-комунікаційної та транспортної інфраструктури, а також невідповідність існуючих містобудівних рішень сучасним вимогам екологічної рівноваги й соціальної стійкості. Особливим викликом є також необхідність відновлення та модернізації міських територій з урахуванням руйнувань і змін, викликаних поточними кризовими явищами. Розвиток сучасних міст додатково ускладнюється через недосконало сформовану нормативно-правову базу, обмеженість фінансових ресурсів для інвестування та несистемну взаємодію між державними органами управління, приватними забудовниками і громадськістю. Як наслідок, спостерігається дисбаланс між реальними потребами населення та можливостями містобудівної системи, що актуалізує необхідність поглибленого наукового аналізу та розроблення новітніх підходів до планування й реалізації будівельних проєктів.

Всебічний аналіз основних проблем міського будівництва в Україні, виявлення ключових перешкод на шляху його ефективного розвитку та обґрунтування стратегічних напрямів для удосконалення містобудівної діяльності є пріоритетними задачами сучасного міського будівництва в країні.

1 ПЛАНУВАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Існуюче положення

Місто Харків, один із найбільших урбаністичних центрів України, посідає визначне місце як ключовий осередок промисловості, науки та культури в східній частині країни. Його освоєння значною мірою було зумовлене низкою історичних, економічних і географічних чинників, що сформували багатогранну та складну структуру міського середовища [1].

Історичні корені Харкова сягають середини XVII століття, приблизно 1654 року, коли на місці злиття річок Лопань, Харків і Уди виникло укріплене козацьке поселення. З часом населений пункт перетворився на адміністративний центр Слобожанщини. Протягом XVIII–XIX століть місто стало важливим торговельним і освітнім осередком, кульмінацією чого стало заснування університету в 1804 році, що істотно сприяло розквіту його культурної функції. Особливо масштабне зростання території та населення Харкова відбулося наприкінці XIX – на початку XX століття у зв'язку зі стрімким розвитком промисловості та залізничної інфраструктури. У період радянської доби Харків навіть виконував функції столиці Української РСР упродовж 1919–1934 років, що сприяло активній урбанізації та модернізації міської планувальної схеми [2].

Клімат. Розташований у лісостеповій зоні на території Придніпровської низовини північного сходу України, Харків характеризується помірно континентальним кліматом із відносно прохолодними зимами (середня температура січня складає $-5...-7$ °C) та теплим літом (середня температура липня сягає $+20...+22$ °C). Кліматичні особливості території відіграють вагомий роль у формуванні містобудівних підходів: вони впливають на вимоги до енергоефективності будівель, стан інженерних комунікацій та проектування громадських просторів [3].

Населення. На час початку активної фази воєнних дій чисельність населення Харкова перевищувала 1,4 мільйона жителів, що робило його другим найбільшим містом України. Соціальна структура населення має

значну різноманітність і включає як студентську молодь та академічну спільноту, так і фахівців виробничої сфери та сфери послуг. Завдяки наявності провідних навчальних закладів місто традиційно виконує роль одного з найважливіших освітніх осередків країни, що впливає й на формування його економічної та соціальної архітектури [2].

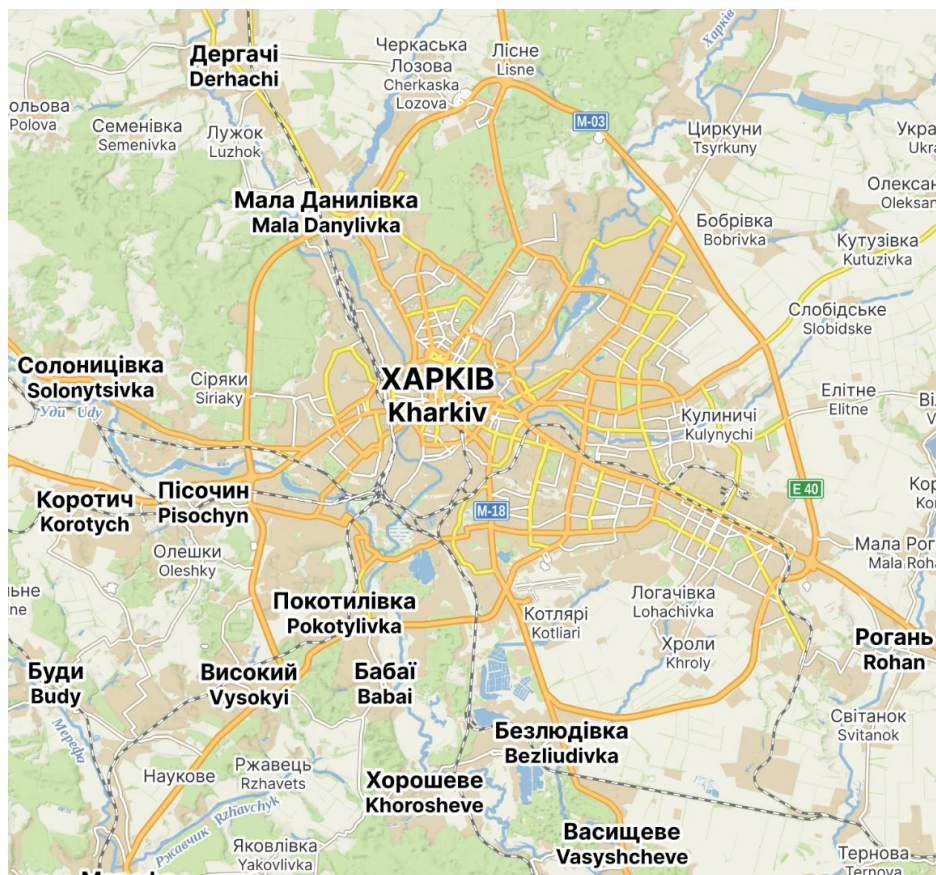


Рисунок 1.1 – Карта міста Харків

Планувальний устрій Харкова вирізняється своєю багаторівневістю та архітектурним розмаїттям. Історичний центр відзначається щільною забудовою, переважно адміністративним призначенням споруд, розташуванням об'єктів культурного значення та наявністю просторих громадських зон. Центральним елементом є площа Свободи – одна з наймасштабніших площ на теренах Європи, поверхня якої охоплює зону ключових культурних і адміністративних установ. Периферійні райони здебільшого представлені житловими кварталами різної епохи будівництва: від багатоквартирних будинків низької поверховості до багатопанельних масивів радянського періоду. Принцип мікрорайонної організації житлових

зон гармонійно доповнює радіально-кільцеву мережу транспортних магістралей [3].

Сьогодні Харків стикається з цілою низкою серйозних викликів у сфері містобудування. Однією з головних проблем стало суттєве зношення житлового фонду та інженерної інфраструктури. Також значну увагу привертають труднощі, пов'язані з перевантаженістю транспортної системи, особливо у центральних районах. Хаотичний характер забудови окремих місцевостей, нестача сучасних громадських просторів у певних районах та дисбаланс функціонального зонування погіршують якість міського середовища.

Останніми роками критичною стала ще одна проблема – руйнування, спричинені воєнними діями. Це зумовило необхідність масштабного відновлення міста й перегляду існуючої містобудівної політики. Архітектурний стиль Харкова сформувався завдяки гармонійному поєднанню будівель історичної спадщини та відомих зразків радянського модернізму й конструктивізму. Значними елементами міського середовища є релігійні споруди – Благовіщенський собор, Успенський собор та Покровський монастир, які виступають ключовою складовою історико-культурного багатства міста. Водночас ці архітектурні пам'ятки потребують ретельної охорони та адаптації до сучасних містобудівних змін [4].

Транспортна мережа Харкова вважається однією з найбільш розвинених в Україні. Реалізовано масштабну систему автомобільних доріг і магістралей, яка забезпечує ефективне сполучення як всередині міста, так і з іншими регіонами країни. Залізничний вузол відіграє важливу роль у національній транспортній системі, тоді як метрополітен слугує основним засобом пересування мешканців між різними частинами міста. Наземний громадський транспорт, до якого належать автобуси, тролейбуси та трамваї, доповнює міську мобільну інфраструктуру [4].

Економічний потенціал Харкова спирається на значну промислову базу та високий рівень науково-технічного розвитку. На території міста

працюють масштабні підприємства машинобудівної, енергетичної, оборонної галузей, а також компанії хімічної та легкої промисловості. Серед відомих виробничих об'єктів – завод імені Малишева, Харківський тракторний завод та авіаційно-енергетичні підприємства. Промислові зони значно впливають на структуру міста, а в деяких випадках знаходяться надто близько до житлових районів, що викликає додаткові містобудівні виклики [5].



Держпром



Історичний музей



Палац одруження



Бізнес-центр Elysium Plaza



Залізничний вокзал



Успенський собор

Рисунок 1.2 – Архітектура міста Рівне

Таким чином, сучасна містобудівна ситуація Харкова є результатом складної взаємодії історичних процесів, промислового зростання та

актуальних глобальних і локальних викликів. Розвинена інфраструктура й потужний науковий потенціал здатні стати базою для подальшого прогресу. Проте вирішення проблем житлового фонду, оптимізація транспортної системи та відновлення пошкоджених об'єктів вимагають комплексного підходу до планування й активного застосування принципів сталого розвитку [5].

1.2 Існуючий стан району проєктування

Територія, визначена для майбутнього будівництва, охоплює площу в 17 гектарів і розташована в північно-західній частині міста Харків. Згідно з опорним планом місцевості (див. рис. 1.2), її рельєф характеризується незначними перепадами висот, за винятком правого нижнього кута ділянки. Висотні відмітки здебільшого варіюються у межах горизонталей 104–107. Однак поверхневий рельєф ускладнюється наявністю замкнених горизонталей, що вказують на численні пониження у вигляді ям. Найвища точка розташована у правій нижній частині території, тоді як найнижча – у лівому верхньому куті.



Рисунок 1.2 – Опорний план, М 1:2000

Єдиним водним об'єктом поблизу є річка Лопань, що простягається вздовж лівої межі ділянки. Зелені насадження займають доволі значну частину території, утворюючи лісові масиви по периметру запропонованих для забудови гектарів. Наявність таких природних ресурсів підкреслює екологічну привабливість місцевості, забезпечуючи високу якість повітря та додаткові переваги для реалізації забудовної концепції.

Ділянка, призначена для майбутнього будівництва, розташована в межах таких меж: з південного боку – Лозовеньківський проспект, який також є частиною Окружної дороги протяжністю 11,2 км, що проходить від Белгородської траси до мосту через річку Лопань; зі сходу – лісовий масив, який у перспективі стане провулком Правди; на північному боці – невпорядкована ґрунтова територія, планована для забудови як вулиця Жасминова; з заходу – річка Лопань, за якою розташований лісовий масив, що в майбутньому перетвориться на Зелений провулок.

З метою забезпечення транспортної доступності мікрорайону передбачається створення окремих транспортних шляхів. Планується встановлення двох зупинок громадського транспорту біля основної дороги та організація двох автобусних маршрутів під номерами 78 і 83. Перший маршрут буде орієнтованим на потреби жителів нового мікрорайону, а другий з'єднає район із передмістям. Зупинки розташовуватимуться вздовж Загородньої вулиці.

З огляду на основну мету проекту – створення житлового масиву на вільній території, визначено основні завдання:

- будівництво нових доріг районного значення вздовж усіх сторін ділянки;
- зведення житлових будинків висотою 9 та 12 поверхів;
- спорудження загальноосвітньої школи в центральній частині масиву;
- будівництво дитячих садків по кутах внутрішньої частини кварталу із забезпеченням зручного доступу до них;

- розміщення комерційних приміщень на перших поверхах багатоквартирних будинків;
- облаштування під'їздів до будівель, стежок та гостьових паркувальних кишень;
- створення підземних паркінгів;
- завершальний благоустрій території всього кварталу.

1.3 Генеральний план

Генеральний план Харкова є ключовим документом у сфері містобудівного планування, який визначає стратегічні орієнтири розвитку міста, принципи його просторової організації, функціональне зонування та підходи до забудови. У сучасному контексті він виступає важливим інструментом управління територіальним розвитком, сприяє раціональному використанню ресурсів і створенню комфортного міського середовища [6].

Згідно з законодавством, генеральний план розробляється як довгострокова стратегія, що охоплює всі аспекти життєдіяльності міського простору та спрямована на забезпечення сталого розвитку економічної системи, задоволення соціальних потреб населення і формування стійкої інфраструктури.

Затверджений у 2004 році генеральний план Харкова був розрахований до 2026 року, що підкреслює його стратегічну значущість. Але враховуючи сучасні виклики, зокрема наслідки військових дій, виникає нагальна потреба в його оновленні та приведенні у відповідність до нових реалій [7].

Розроблення генерального плану ґрунтується на всебічному аналізі міської території, включаючи оцінку географічних і кліматичних умов, демографічних змін, рівня забудови, транспортної системи та технічних мереж. Значна увага приділяється збереженню архітектурної спадщини, адже Харків має багатий історико-культурний потенціал, що формує самобутній вигляд міста. Крім того, у процесі створення плану враховуються екологічні обмеження і необхідність охорони природних територій [8].

Структура генерального плану відповідає державним будівельним стандартам і включає текстову частину та графічні матеріали. Текстова частина містить аналітичні дані, обґрунтування запропонованих рішень і ключові показники економічного й соціального розвитку міста. У ній також розглядаються питання демографічної ситуації, перспективи економічного зростання, стан житлового фонду та розвиток інженерної й соціальної інфраструктури.

Графічна складова генерального плану Харкова представлена комплексом схем і креслень, які відображають сучасний стан міських територій, а також перспективи їх розвитку. Її зміст охоплює опорний план міста, схеми функціонального зонування, плани розвитку транспортної інфраструктури й інженерного забезпечення. Особливий акцент приділяється організації вулично-дорожньої мережі, яка є ключовою складовою ефективного функціонування метрополії [8].

Однією з відмітних особливостей генерального плану Харкова є інтеграція традиційних промислових потужностей міста з інноваційними підходами сталого розвитку. Харків як вагомий промисловий та науковий центр зберігає свої стратегічні позиції у цих сферах. У межах нового планування передбачено модернізацію існуючих індустріальних зон, створення сучасних наукових і технологічних кластерів, а також запровадження концепцій індустріальних і наукових парків. Подібні ініціативи спрямовані на стимулювання економічного зростання та залучення інвестицій у місто [9].

Пріоритетним напрямом розвитку є оновлення житлового фонду, значну частину якого було зведено в радянську епоху й який нині потребує реконструкції. Генеральний план окреслює стратегії реновації житлових кварталів, зокрема впровадження енергоефективних технологій, покращення умов проживання, а також оптимізацію міського простору для підвищення комфорту мешканців. У контексті екологічної складової генеральний план передбачає формування так званого «зеленого каркасу» міста. До цього

належать заходи з розширення зелених зон, парків і рекреаційних просторів, спрямовані на поліпшення екологічної ситуації та створення сприятливих умов для жителів [9].

Концепція інтеграції природних і урбанізованих елементів міського ландшафту покликана перетворити Харків на екологічно збалансовану територію.

Транспортна інфраструктура є ще одним важливим компонентом генерального плану міста. Харків володіє розвиненою мережею громадського транспорту, що включає метро, трамваї, тролейбуси й автобуси. План розвитку передбачає подальшу оптимізацію транспортної сітки шляхом підвищення пропускної здатності основних магістралей, забезпечення раціонального розподілу транспортних потоків та використання підземних просторів, зокрема для облаштування паркінгів і спільних громадських зон [8].

На сучасному етапі визначальний вплив на розробку генерального плану справляє необхідність відбудови міста після завданих руйнувань. У рамках нової стратегії до співпраці було залучено міжнародних експертів, серед яких архітектор Норман Фостер. Мета полягає у створенні передового, екологічно орієнтованого міського середовища, де буде гармонійно поєднуватися індустріальна, наукова та культурна функції [10].

Отже, генеральний план Харкова є багатоаспектним документом, який визначає головні стратегічні вектори розвитку міста, забезпечує комплексне використання його територій і синхронізує різноманітну містобудівну діяльність. Його впровадження має сприяти створенню ефективного, безпечного та зручного урбаністичного середовища відповідно до засад сталого розвитку. Разом із тим збереження актуальності генерального плану вимагає його динамічного коригування відповідно до нових соціально-економічних та просторових викликів, спрямовуючи майбутнє міста на засади інноваційності і стійкості [11].

Чисельність населення визначають за формулою:

$$H_1 = T_1 \times \rho_1 = 17 \times 400 = 6800 \text{ чол.} \quad (1.1)$$

$$H = H_1 = 6800 \text{ чол.}$$

де H – загальна кількість мешканців кварталу, чол.;

H_1 – кількість мешканців багатоповерхової та садибної забудови;

T_1 – територія зон багатоповерхової та садибної забудови, га;

ρ_1 – щільність населення зон багатоповерхової та садибної забудови, чол./га.

Житловий фонд кварталу:

$$Ж = H_1 \times \sigma_p = 6800 \times 25 = 170000 \text{ м}^2, \quad (1.2)$$

де $Ж$ – житловий фонд кварталу, м²;

H_1 – чисельність населення зони багатоповерхової забудови, чол.;

σ_p – нормативна житлова забезпеченість на одного мешканця на розрахунковий термін.

Вибір типу житлової забудови та розрахунок обслуговуючих установ є ключовими етапами проектування житлового кварталу, які спрямовані на забезпечення потреб населення, що мешкатиме у запланованих будинках. Для цього необхідно визначити оптимальну кількість житлових будівель на території забудови, яка відповідатиме розрахунковим показникам житлового фонду. Загальна площа всіх спроектованих будівель повинна бути ретельно узгоджена із потребами та запитом на житло. Перед початком вибору типу житлового будинку необхідно врахувати кліматичні умови регіону, де здійснюється будівництво, а також орієнтацію будівель відповідно до сторін горизонту для досягнення максимальної енергоефективності та комфорту.

Для забезпечення архітектурної цілісності та виразності забудови слід використовувати типові будинки й блок-секції, що дозволяють створювати різноманітні композиційні рішення через варіативність групування елементів та взаємного їх розташування. У процесі деталізації просторової композиції кварталу можуть виникати потреби в уточненні кількості будинків, тому на

початковому етапі проєктування рекомендовано встановити як загальну кількість секцій житлових будівель, так і їхню сумарну площу, узгоджену із прогнозованою потребою у житловому просторі.

Розподіл площі між будівлями за поверховістю виконується на основі певних розрахункових формул, які забезпечують оптимальне планування і ефективне використання території забудови.

Розподіл площі за поверховістю:

$$Ж_9=(K_9/100) \times Ж \quad (1.3)$$

$$Ж_9=(32/100) \times 170000=54400 \text{ м}^2$$

$$Ж_{12}=(K_{12}/100) \times Ж \quad (1.4)$$

$$Ж_{12}=(68/100) \times 170000=115600 \text{ м}^2,$$

де $Ж_9, Ж_{12}$ – загальна площа у 9- та 12-поверхових будинках, м^2 ;

K_9, K_{12} – співвідношення загальної площі, розташованої у 9- та 12-поверхових будинках, %;

$Ж$ – раніше визначений житловий фонд, м^2 .

Для визначення необхідної кількості 9- та 12-поверхових секцій потрібно поділити раніше розраховану загальну площу житлових приміщень $Ж_9, Ж_{12}$ для 9- і 12-поверхових будинків на площу стандартної секції відповідного типу.

$$n_9=Ж_9/S_9 \quad (1.5)$$

$$n_9=54400/2295=23 \text{ секції}$$

$$n_{12}=Ж_{12}/S_{12} \quad (1.6)$$

$$n_{12}=115600/3720=31 \text{ секція}$$

Розрахунок об'єктів культурно-побутового обслуговування:

$$M_{\text{д.с.}}=H \times n_{\text{д.с.}}/1000 \quad (1.7)$$

$$M_{\text{д.с.}}=6800 \times 70/1000=476 \text{ чол.}$$

де $M_{\text{д.с.}}$ – розрахункова кількість дітей дошкільного віку, чол;

H – чисельність населення, чол;

$n_{\text{д.с.}}$ – розрахункова норма на 1000 мешканців.

З огляду на отриману кількість дітей заплановано зведення двох дитячих садків.

Визначення площі ділянки для дитячого садка:

$$S_{д.с.} = M_{д.с.} \times S_{д.с.} \quad (1.8)$$

$$S_{д.с.} = 476 \times 40 = 19040 \text{ м}^2 = 1,9 \text{ га}$$

де $S_{д.с.}$ – розмір ділянки дитячого садка;

$M_{д.с.}$ – розрахункова кількість дітей дошкільного віку;

$S_{д.с.}$ – розрахункова норма на 1 дитину.

Розрахунок кількості місць у навчальних закладах:

$$M_{ш.} = N \times n_{ш.} / 1000 \quad (1.9)$$

$$M_{ш.} = 6800 \times 120 / 1000 = 816 \text{ чол.}$$

де $M_{ш.}$ – розрахункова кількість дітей шкільного віку, чол;

N – чисельність населення, чол;

$n_{ш.}$ – розрахункова норма на 1000 мешканців.

Для забезпечення освітніх потреб дітей, передбачено будівництво однієї школи.

Кількість місць у паркінгах:

$$M_{п.} = N \times n_{п.} / 1000 \quad (1.10)$$

$$M_{п.} = 6800 \times 150 / 1000 = 1020 \text{ м.м.}$$

де $M_{п.}$ – розрахункова кількість авто;

N – чисельність населення, чол;

$n_{п.}$ – розрахункова норма на 1000 мешканців.

$$25 \times 155 = 3875 \text{ м}^2.$$

$3875 \times 2 = 7750 \text{ м}^2$, оскільки робимо підземний паркінг у 2 яруси.

$7750 \times 2 = 5425 \text{ м}^2$ – корисна площа підземного паркінгу, враховуючи те, що

70% – це процент чистого паркінгу.

Приймаємо, що на одну машину йде 14 м^2 , тоді виходить:

$$5425 / 14 = 387 \text{ машин.}$$

Визначення необхідної площі для облаштування паркінгу:

$$S_{д.с.} = M_{п.} \times n_{д.с.} / 10000 \quad (1.11)$$

$$S_{д.с.} = 1020 \times 14 / 10000 = 1,43 \text{ га}$$

де $S_{д.с.}$ – розмір ділянки паркінга;

$M_{п.}$ – розрахункова кількість авто;

$n_{д.с.}$ – розрахункова норма на 1 авто.

Відповідно до складеного плану, формується та заповнюється експлікація будівель і споруд, наведена у таблиці 1.1.

Для забезпечення потреб населення у сфері закладів культурно-побутового призначення було здійснено комплексний розрахунок необхідної кількості таких установ.

Таблиця 1.2 – Підприємства щоденного обслуговування житлового кварталу

№	Підприємства	Од. вим.	Розрахункова норма на 1000 мешк.	Кількість на 6800 чол.
1	Дитячий садок-ясла	місце	60	408
2	Школа	місце	120	816
3	Продовольчі магазини	м ²	80	544
4	Промтоварні магазини	м ²	150	1020
5	Роздаточні пункти молочної кухні	об'єкт	1	7
6	Побутові майстерні	м ²	9	61
7	Пральні	кг білизни	98.2	668
8	Відділення зв'язку	об'єкт	1	7
9	Ощадна каса, банк	об'єкт	1	7
10	Підприємства громадського харчування	місце	40	272
11	Аптека	об'єкт	1	7
12	Гаражі, стоянки	місце	100-150	680-1020

Таблиця 1.3 – Експлікація будівель та споруд

№ п/п	Найменування	Поверховість	Кількість	Площа забудови, м ²		Загальна площа, м ²		Будівельн. об'єм, м ³	
				на одну одиницю	всього	на одну одиницю	всього	на одну одиницю	всього
А. Житлові будинки (секції)									
1	Рядова	9	18	255	4590	2295	41310	39015	702270
2	Кутова	9	4	349	1396	3141	12564	9423	37692
3	Рядова	12	6	246	1476	2952	17712	14760	88560
4	Рядова	12	16	310	4960	3720	59520	55800	892800
5	Поворотна	12	4	407	1628	4884	19536	14652	58680
6	Рядова	12	6	269	1614	3228	19368	16140	96840
	Всього		54		15664		170010		
Б. Обслуговуючі установи									
7	Школа	4	1	1042	1042	4168	4168	9932	9932
8	Дитячий садок	2	2	773	1546	1546	2092	6143	6143
9	Торгівельні приміщення	1	4	714	2856	714	2856	2142	8568

Таблиця 1.4 – Техніко-економічні показники

№ пп.	Назва	Од. вим.	Кількість
1	Загальна площа території	га	17
2	Кількість населення	осіб	6800
3	Площа забудови	га	2,67
4	Загальна площа житлових будинків	м ²	170010
5	Житлова забезпеченість	м ² /особу	25
6	Площа доріг і проїздів	м ²	51799
7	Площа озеленення	м ²	91501
8	Щільність населення	осіб./га	400
9	Забезпеченість зеленими насадженнями	м ² /особу	13,46

1.4 Функціональне зонування

Функціональне зонування є одним із ключових аспектів у плануванні територій великих міст, спрямованим на раціональне використання земельних ресурсів, оптимальну організацію забудови та гармонізацію різних типів міської діяльності. В Україні цей процес регламентується через систему містобудівної документації, зокрема генеральний план і план зонування територій (зонінг), які визначають цільове призначення земель та встановлюють умови їх використання.

У місті Харків питання функціонального зонування закріплене на рівні офіційної документації у вигляді плану зонування, затвердженого рішенням міської ради в 2013 році та оновленого надалі. Він є органічною частиною генерального плану міста, виконуючи роль регулятора використання територій, дозволених видів забудови та містобудівних обмежень. Розробка такого плану, згідно з національним законодавством, базується на даних генерального плану і має на меті створення комфортних умов для життя громадян, зниження екологічного навантаження та забезпечення впорядкованого розвитку забудови [12].

Історія формування функціональних зон у Харкові тісно переплелася з його становленням як індустріального, наукового і адміністративного центру. Наприкінці XIX століття структура міста мала змішаний характер, адже житлові, громадські й виробничі зони часто співіснували в межах одних районів. Проте вже в XX столітті, особливо під час індустріалізації, відбулося чітке розмежування функцій територій. Створення великих промислових зон, житлових районів і громадських центрів заклало основу сучасної просторової організації Харкова. Суттєвий вплив у цьому процесі мали ідеї модерністського містобудування, які передбачали функціональний поділ міського простору. Ці концепції активно втілювалися під час формування таких районів, як ті, що виникли навколо комплексу Держпрому або інших ключових інфраструктурних об'єктів [13].

Сучасна структура міста вирізняється складністю та багаторівневістю зонування. Територія Харкова у відповідності до містобудівних норм і принципів зонінгу поділена на кілька основних функціональних зон, кожна з яких має своє чітко визначене призначення і регламент використання.

Серед них найбільшу площу займає **сельбищна (житлова) зона**. Вона охоплює як центральні історичні та щільно забудовані райони, так і віддалені периферійні території зі значними житловими масивами радянських часів. Ця зона включає багатоповерхові житлові квартали разом із мережами об'єктів соціальної інфраструктури: школи, дитячі садки, медичні установи, торговельні центри й культурні заклади, які сприяють задоволенню щоденних потреб мешканців міста [14].

Виробнича зона Харкова охоплює промислові підприємства, складські комплекси та інженерні об'єкти, які формують інфраструктурну базу міста. З моменту свого виникнення Харків став одним із провідних промислових центрів України, що визначило значні територіальні ресурси під ці потреби. Такі зони традиційно розташовані на окраїнах або вздовж транспортних шляхів, що сприяє ефективній логістиці та мінімізує вплив на житлову забудову. Важливу роль у цій зоні відіграють санітарно-захисні території, які регламентують розміщення об'єктів різного призначення для забезпечення екологічної безпеки [14].

Громадська зона міста зосереджена переважно навколо історичного центру, охоплюючи адміністративні будівлі, культурні майданчики, освітні заклади та ділові осередки. У Харкові саме такі локації, що найчастіше прилягають до центральних площ і магістралей, є центром науки, культури та управління, підтверджуючи статус міста як важливого наукового та освітнього осередку України [14].

Ландшафтно-рекреаційна зона Харкова включає розлогі парки, затишні сквери, лісопаркові масиви, водні об'єкти і природні комплекси, створюючи так званий «зелений каркас» міста. Ця зона виконує ключові екологічні й соціальні завдання, забезпечуючи простір для відпочинку

жителів та формуючи сприятливе екологічне середовище. Пріоритетом у розвитку цих територій є створення комфортних умов для відпочинку громадян і утримання екологічної рівноваги [14].

Транспортні та інженерні зони займають особливе місце в структурі міста, адже вони забезпечують його функціональність як цілісного організму. Це зони вулично-дорожньої мережі, залізничних вузлів, транспортних розв'язок і об'єктів технічної інфраструктури. Їх планування і розвиток строго підпорядковується генеральному плану міста і є основою для ефективної урбаністичної динаміки [14].

Для зонування територій Харкова характерний принцип домінуючого використання: кожна зона визначена своєю головною функцією, але можливе поєднання різних видів діяльності у нормативних межах. Такий підхід дозволяє зберігати гнучкість і адаптивність міського простору до умов, що змінюються.

Формування функціональних зон реалізовується через комплексний аналіз території. Береться до уваги існуюча забудова, транспортні можливості, природні особливості й екологічні обмеження. План зонування регламентує допустимі види використання земельних ділянок та встановлює умови й обмеження для забудови кожної зони. Це допомагає уникнути конфліктів між різними цільовими призначеннями територій і сприяє збалансованому розвитку міста [15].

Сьогоднішній етап розвитку Харкова супроводжується трансформацією функціонального зонування в контексті необхідності відбудови міста та реагування на сучасні виклики. Серед пріоритетів – оновлення промислових зон, розширення громадських просторів, посилення ролі рекреаційних територій і впровадження принципів сталого розвитку.

Особлива увага приділяється інтеграції екологічних стандартів у міське планування, що відповідає світовим трендам у галузі урбанізму. Отже, функціональне зонування Харкова є складним процесом, який формувався під впливом історії, економічних і соціальних умов. Це дозволяє місту

гармонійно розвиватися, ефективно використовувати просторові ресурси та забезпечувати комфортну життєдіяльність для її мешканців [15].

Периметр району забудований усіма ключовими функціональними зонами, які органічно взаємодіють між собою, формуючи такі пропорції площі:

- житлова забудова займає 51,43%, з яких 16,46% припадає на 9-поверхові будівлі і 34,97% також відведено під забудову цього формату;
- торгівельна зона становить 4,90%;
- зона загальноосвітньої школи займає 12,12%;
- дошкільні заклади охоплюють 31,55%.

Таблиця 1.5 – Баланс території

№ п/п	Зони кварталу	Розмір ділянки		
		га	%	м ² на 1чол.
1	Жила	9,37	55,12	25
2	Ділянки магазинів і установ харчування	1,00	5,88	–
3	Ділянки шкіл і дитячих садків	5,2	30,9	40
4	Сад кварталу, фізкультурні майданчики	–	–	–
5.	Господарство	1,43	8,41	14
	Усього:	14,41	100	

Аналізуючи радіуси пішохідної доступності, можна стверджувати, що всі показники відповідають дозволеним нормам:

- для зупинок громадського транспорту доступність складає 255 і 250 метрів при максимальній нормі в 500 метрів;
- до підземних паркінгів – відповідно 194, 196 і 63 метри при нормованій межі в 400 метрів;
- школи – в межах 245 і 255 метрів, при допустимому максимумі в 350 метрів;

– дитячі садки – лише у 60 метрах, що значно нижче встановленої норми в 300 метрів;

– магазини – доступність визначається відстанями 300 і 130 метрів при допустимих 400 метрах.

Щодо торгових зон, їх функціональне призначення переважно включає продуктові магазини, господарські маркети, аптеки, універсальні магазини, заклади техніки, магазини одягу і взуття. Їх наявність забезпечує комфортне життя мешканців мікрорайону без потреби відвідувати суміжні райони для задоволення базових потреб.

1.5 Вертикальне планування і водовідвід

У сучасному містобудуванні вертикальне планування території розглядається як один із фундаментальних елементів інженерної підготовки, спрямованих на адаптацію природного рельєфу до потреб забудови та функціонування міського середовища. Його зміст полягає у створенні проектної поверхні території, що досягається шляхом коригування існуючих висотних відміток із врахуванням архітектурно-планувальних, інженерних та екологічних норм.

Вертикальне планування передбачає інтеграцію інженерних розрахунків і містобудівних рішень та ґрунтується на комплексному аналізі природних умов території. Серед ключових факторів враховують рельєф, геологічну структуру, гідрологічні особливості та кліматичні характеристики. На основі отриманих даних визначають оптимальні висотні позначки території, що забезпечують стійкість будівель, комфортність пересування та ефективну роботу інженерних мереж [16].

Одним із центральних аспектів вертикального планування є організація поверхневого водостоку. Цей компонент відіграє вирішальну роль у необхідності змін рельєфу та формуванні відповідних ухилів площі. Належним чином спроектовані ухили забезпечують природний рух води до

приймальних елементів водовідведення, запобігаючи утворенню застійних зон.

Водовідведення в межах урбанізованих територій складає систему заходів, що дозволяють зібрати та відвести атмосферні опади й талі води. Цей компонент є невід'ємною частиною процесу вертикального планування, адже ефективність водовідведення залежить від правильності формування рельєфу. У практиці містобудування використовуються дві основні системи водовідведення – відкриті та закриті. Перші базуються на використанні природних або штучних каналів, акумулюючих лотків і канав для транспортування води. Другі ґрунтуються на системах підземної дощової каналізації. Вибір конкретного типу системи детермінується особливостями забудови, щільністю населення, природними умовами місцевості та економічними обґрунтуваннями [16].

При плануванні водовідведення важливе місце займає визначення параметрів поверхневого стоку, які залежать від таких чинників, як інтенсивність опадів, площа водозбору та тип покриття території. Урбанізовані зони з асфальтованими чи бетонними поверхнями мають низький рівень водопроникності, що обумовлює збільшення обсягів поверхневого стоку та потребує створення значно потужніших систем водовідведення.

Також надзвичайно важливим завданням вертикального планування є забезпечення балансу земляних мас. Це має на меті мінімізацію витрат на транспортування ґрунту шляхом оптимального перерозподілу матеріалу –зрізаний ґрунт використовується для підсипання інших ділянок. Такий підхід дозволяє не лише знизити кошти на виконання земляних робіт, але й сприяє зменшенню негативного впливу на довкілля [17].

У складних інженерно-геологічних умовах заходи вертикального планування доповнюються спеціальними рішеннями, такими як створення дренажних систем, будівництво підпірних стінок, укріплення схилів і

терасування територій. Ці підходи спрямовані на стабілізацію ґрунтів і мінімізацію негативних явищ, зокрема ерозії, зсувів і підтоплень [17].

Сучасна містобудівна практика активно інтегрує екологічні принципи в управління поверхневими водами. У цьому контексті впроваджуються технології локального регулювання дощового стоку, що базуються на використанні зелених зон, водопроникних матеріалів та інженерних рішень для акумуляції й очищення вод. Такий підхід дозволяє знизити навантаження на централізовані системи каналізації та поліпшити екологічний баланс урбанізованих районів [17].

Додатково важливим аспектом є врахування архітектурно-планувальних чинників у процесі вертикального планування. Формування рельєфу повинно поєднувати функціональність із візуальною привабливістю міського ландшафту. Гармонійна взаємодія природних і створених людиною елементів рельєфу сприяє створенню комфортного й естетично виразного середовища для життя та відпочинку мешканців [18].

Таким чином, вертикальне планування територій та організація водовідведення є невід'ємними і взаємопов'язаними складовими, що визначають ефективність функціонування міської інфраструктури. Їх успішна реалізація потребує комплексного підходу, який охоплює організаційні, інженерні, екологічні та містобудівні аспекти. Такий підхід є ключовою передумовою сталого розвитку міста й підвищення якості життя його населення.

Під час здійснення вертикального планування території важливо враховувати принцип забезпечення ефективного стікання води вулицями в напрямку прилеглих водойм. Особливої уваги слід приділяти проектуванню дорожніх перехресть, аби уникнути ситуацій, коли поздовжні ухили всіх вулиць спрямовані до центру перехрестя. Такий підхід ускладнює відведення поверхневих вод, створюючи потенційні проблеми із дренажем і водопіллям [17].

На основі заданого фрагмента плану міста виконуються такі етапи роботи: спершу визначаються висотні позначки існуючого рельєфу, які

фіксуються за допомогою відповідних вимірювань. Після цього вимірюється протяжність між відмітками рельєфу. Висотні показники поточного рельєфу (відображені чорними позначками) зазначаються на спеціальних виносках у нижній частині під горизонтальною рисою.

Значення ухилів проставляються над стрілками, розташованими вздовж осі кожної вулиці у відповідному напрямку. При цьому під стрілками обов'язково зазначається відстань між висотними позначками для забезпечення точності й наочності проведених вимірювань [17].

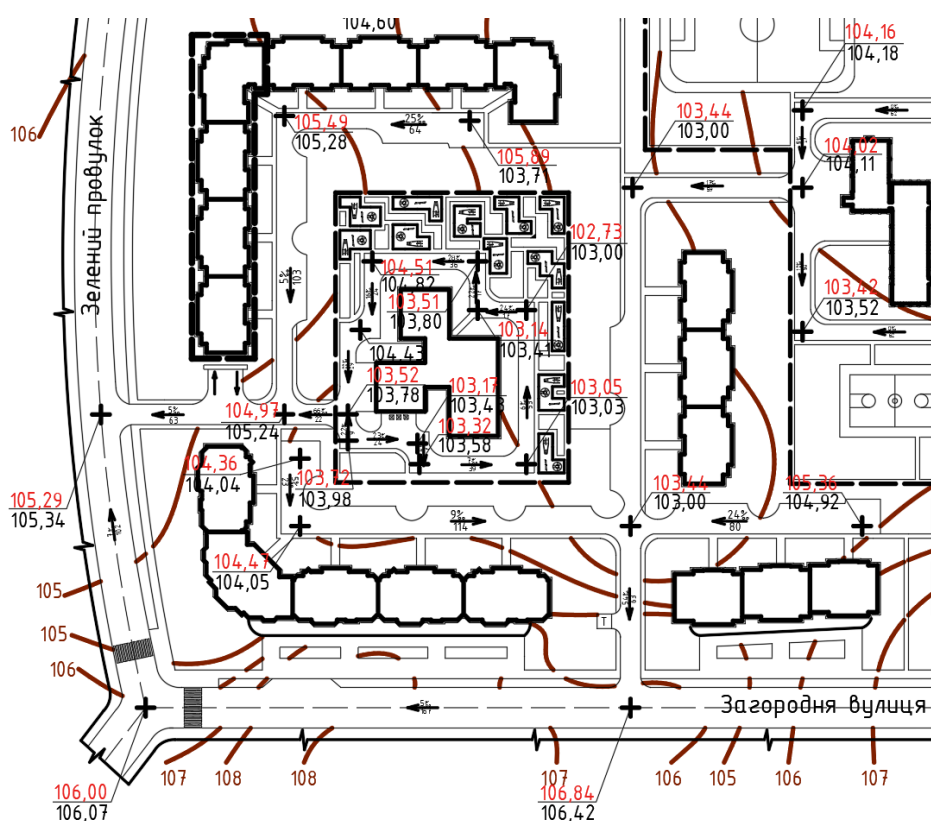


Рисунок 1.4 – Фрагмент ділянки вертикального планування мікрорайона

1.6 Благоустрій і озеленення

У сучасних умовах стрімкого урбаністичного розвитку все важливішим стає якісна організація прибудинкових територій житлових мікрорайонів, які є невід'ємною частиною щоденного життя мешканців. Саме ці простори забезпечують можливості для комфортного відпочинку, взаємного спілкування, переміщення та виконання господарських справ. Тому питання

благоустрою та озеленення прибудинкових зон є одним із ключових елементів містобудівної стратегії. Згідно з встановленими нормами, зокрема ДБН Б.2.2-12:2019 «Планування та забудова територій» [19], організація таких територій має здійснюватися комплексно, беручи до уваги функціональні, санітарно-гігієнічні та естетичні аспекти.

Основа формування прибудинкових ділянок передбачає принцип функціонального зонування, який забезпечує раціональний розподіл простору залежно від потреб мешканців та запобігає конфліктам між різними способами його використання. В рамках одного двору можна зустріти зони для активного і тихого відпочинку, дитячі ігрові майданчики, спортивні зони, місця для збору сміття, а також транспортні маршрути та пішохідні доріжки. Такий підхід дозволяє забезпечити гармонійне співіснування різноманітних функціональних зон, сприяючи ефективному використанню простору.

Дотримання нормативних відстаней між елементами благоустрою відіграє важливу роль у створенні безпечного та комфортного середовища для мешканців. Наприклад, дитячі майданчики мають розташовуватися на безпечній відстані від житлових будинків, що дозволяє мінімізувати рівень шуму й створити безпечні умови для проживання. Спортивні майданчики через їхню високу активність слід розміщувати на більш віддалених ділянках, тоді як господарські зони – ізольовувати від житла і місць для релаксації. Крім того, транспортні маршрути бажано чітко відгороджувати від пішохідних шляхів і зон відпочинку. Для цього активно використовуються планувальні рішення та зелені насадження, які виконують роль природного бар'єру [20].

Озеленення прибудинкових територій є одним із ключових інструментів створення сприятливого мікроклімату та підтримання екологічного балансу. Зелені насадження виконують багатофункціональну роль: поглинають шум, очищують повітря від пилу й шкідливих речовин, а також регулюють температурні показники, покращуючи якість життя мешканців. У межах житлових районів озеленення розглядається як

системний елемент, що включає дерева, чагарники, газони й квітники. Важливо, щоб значна частина площі була виділена саме для зелених зон, що відповідає принципам сталого розвитку міського середовища і сприяє створенню комфортного простору для життя [21].

Розміщення зелених насаджень вимагає суворого дотримання встановлених норм. Висаджування дерев поряд із будівлями та інженерними мережами повинно здійснюватися з обережністю, адже їх коренева система здатна пошкодити конструкції. Одночасно зелені смуги активно застосовуються для відокремлення доріг від житлових зон, що значно зменшує шкідливий вплив транспорту. Надзвичайно важливим залишається забезпечення належного доступу сонячного світла до територій, адже це впливає як на комфорт мешканців, так і на здоровий розвиток рослин [22].

Підбір рослин для озеленення базується на їхній здатності адаптуватися до міських умов, естетичних характеристиках та безпечності для людей. У пріоритеті використовуються місцеві види дерев і кущів, які гармонійно поєднуються з кліматичними особливостями регіону та не потребують складного догляду. Водночас мінімізується висадження рослин із токсичними властивостями чи тих, що провокують алергію. Варто уникати і сильнорослих дерев неподалік будівель, а також колючих видів у місцях, де часто перебувають діти [23].

Особливу роль у благоустрої відіграє облаштування покриттів та малих архітектурних форм. Матеріали для їхнього використання обираються залежно від функціонального призначення території. Наприклад, для проїздів і тротуарів застосовуються тверді зносостійкі покриття, а для дитячих або спортивних майданчиків – спеціалізовані безпечні матеріали. Рекреаційні зони часто оформлюють за допомогою газонів або природних покриттів, тоді як комфорт мешканців забезпечують такі елементи благоустрою, як лавки, освітлення, урни та інші архітектурні деталі [24].

Сучасний підхід до благоустрою прибудинкових територій орієнтується на створення багатофункціонального, екологічного та

доступного простору. Основну увагу приділяють ліквідації бар'єрів для різних груп людей, розширенню зелених зон та зменшенню транспортного навантаження у дворах. Це дозволяє покращити якість міського середовища та створити зручні умови для проживання [27].

Таким чином, облаштування та озеленення прибудинкових територій житлових мікрорайонів є складним процесом, що охоплює інженерні, екологічні й соціальні аспекти. Грамотно організований простір, дотримання чинних норм і ретельно підібрані зелені насадження сприяють створенню естетичного, безпечного та зручного довкілля для мешканців.

Розрахунок площі майданчиків

Чисельність населення розраховується за формулою:

$$N = S_{\Sigma} / S_N, \quad (1.12)$$

де S_{Σ} – площа забудови;

S_N – нормативна площа на одного мешканця, в даному випадку приймається

$$S_N = 24 \text{ м}^2.$$

S дорівнює:

– чотирьох рядових секцій 12-поверхової будівлі – $3720 \times 4 = 14880 \text{ м}^2$

– однієї поворотної секції 12-поверхової будівлі – $4884 \times 1 = 4884 \text{ м}^2$

– двох кутових секцій 9-поверхової будівлі – $3141 \times 1 = 6284 \text{ м}^2$

– та трьох рядових секцій 9-поверхової будівлі – $2295 \times 3 = 6885 \text{ м}^2$

$$S_{\Sigma} = 3720 \times 4 + 4884 \times 1 + 3141 \times 2 + 2295 \times 3 = 32931 \text{ м}^2$$

$$N = 32931 / 24 = 1372 \text{ (чол.)}$$

Звертаючись до ДБН Б.2.2-12:2019 «Планування і забудова територій», визначаються точні розміри кожної окремої площадки.

1) Майданчик для ігор дітей дошкільного віку:

$$0,5 \times 1372 = 686 \text{ м}^2 \quad (1.13)$$

$$686 = 114 + 114 + 114 + 114 + 114 + 116 \text{ м}^2 = 6 \text{ майданчиків.}$$

2) Майданчик для дітей молодшого шкільного віку:

$$0,6 \times 1372 = 823,2 \text{ м}^2 \quad (1.14)$$

$$823,2 = 274,4 + 137,2 + 137,2 \text{ м}^2 = 4 \text{ майданчики.}$$

3) Майданчик для тихого відпочинку:

$$0,05 \times 1372 = 68,6 \text{ м}^2 \quad (1.14)$$

$$68,6 \text{ м}^2 = 1 \text{ майданчик.}$$

4) Майданчик для настільних ігор:

$$0,05 \times 1372 = 68,6 \text{ м}^2 \quad (1.15)$$

$$68,6 \text{ м}^2 = 1 \text{ майданчик.}$$

5) Майданчик для сміття:

$$0,03 \times 1372 = 41,16 \text{ м}^2 \quad (1.16)$$

$$41,16 \approx 25 + 25 \text{ м}^2 = 2 \text{ майданчики.}$$

6) Майданчик для вибивання килимів:

$$0,1 \times 1372 = 137,2 \text{ м}^2 \quad (1.17)$$

$$137,2 = 68,6 + 68,6 \text{ м}^2 = 2 \text{ майданчики.}$$

7) Майданчик для сушіння білизни:

$$0,15 \times 1372 = 205,8 \text{ м}^2 \quad (1.18)$$

$$205,8 = 68,6 + 68,6 + 68,6 \text{ м}^2 = 3 \text{ майданчики.}$$

Площа всіх площадок перераховується в експлікації майданчиків (табл. 1.6).

Таблиця 1.6 – Експлікація майданчиків

№ п/п	Назва	Кіл-ть	Заг.пл. м ²	Примітка
1	9-поверхова будівля	1	19764	-
2	12-поверхова будівля	1	13167	-
3	Майданчик для дітей дошкільного віку	6	686	-
4	Майданчик для дітей молодшого шкільного віку	4	823,2	-
5	Майданчик для тихого відпочинку	1	68,6	-
6	Майданчик для настільних ігор	2	68,6	-
7	Майданчик для сміттєзбору	2	41,16	-
8	Майданчик для вибивання килиму	2	137,2	-
9	Майданчик для сушіння білизни	3	205,8	-

2 АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Загальна характеристика проєктованої будівлі

- район будівництва – м. Харків;
- кліматичний район – ПВ;
- сніговий район V – 1,6 кПа;
- вітровий район III – 0,5 кПа;
- нормативна глибина промерзання ґрунтів – 100 см;
- температура найбільш холодної п'ятиденки – мінус 11 °С;
- середня температура опалювального періоду – мінус 2,2 °С;
- тривалість опалювального періоду – 182 доби;
- ступінь вогнестійкості – II;
- ступінь довговічності – II;
- клас будівлі – II.

2.2 Об'ємно-планувальне рішення

Проектована будівля – каркасна, 4-поверхова будівля школи, з наявністю технічного підпілля. Розміри будівлі в плані становлять 25×67,2 м. Висота поверху – 3,3 м, висота підпілля – 2,1 м. Крок колон – 6 м.

Таблиця 2.1 – Експлікація приміщень

№ прим.	Найменування	Площа, м ²
1	Учбовий кабінет	69,83
2	Учбовий кабінет	39,14
3	Учбовий кабінет	60,40
4	Учбовий кабінет	60,40
5	Учбовий кабінет	69,83
6	Лабораторія	67,70
7	Учбовий кабінет	14,14
8	Кабінет медичної сестри	8,56
9	Учбовий кабінет	14,14
10	Учбова частина	12,19
11	Кабінет завідуючої учб-ю част-ою	8,57
12	Кабінет зав. директора	9,75
13	Кабінет директора	14,34

Продовження таблиці 2.1 – Експлікація приміщень

14	Гардероб	32,43
15	Канцелярія	10,90
16	Бухгалтерія	10,72
17	Учительська	30,52
18	Учбовий кабінет	11,83
19	Вестибюль	128,73
20	Приймальна	6,26
21	Вбиральні і умивальні для учнів	23,40
22	Учбовий кабінет	69,83
23	Комната громадських організацій	27,30
24	Учбовий кабінет	53,50
25	Лабораторія	23,10
26	Учбовий кабінет	53,50
27	Учбовий кабінет	69,83
28	Рекреаційні приміщення	128,23
29	Архів	19,98

2.3 Технічні-економічні показники

- площа робоча $S_{\text{раб}} = 2234,18 \text{ м}^2$;
- площа допоміжна $S_{\text{доп}} = 268,56 \text{ м}^2$;
- загальна площа $S_{\text{заг}} = 2502,74 \text{ м}^2$;
- площа забудови $S_3 = 1042,13 \text{ м}^2$;
- будівельний об'єм $V = 9932,23 \text{ м}^3$;
- коефіцієнт компактності планування $K_1 = 2234,18/2502,74 = 0,89$
- об'ємний коефіцієнт $K_2 = 9932,23/2234,18 = 4,4$.

2.4 Конструктивне рішення

Конструктивну схему будинку представляє з себе просторову систему, до складу якої входять несучі колони та несучі конструкції перекриття і покриття. Просторова стійкість будівлі забезпечується безпосередньо її несучою конструкцією.

Щодо просторової жорсткості каркасу – вона здійснюється сумісною роботою поперечних рам, що пов'язані одна з одною поздовжніми зв'язками та елементами покриття.

Конструкції – уніфіковані, типові зі збірного залізобетону, виготовлення яких було виконано заводським методом та прийнято, опираючись на дані номенклатури індустріальних будівель.

Фундаменти прийняті окремо стоячі (стовпчасті), які виконуються у вигляді збірних залізобетонних блоків. Фундаменти мають квадратну форму в плані та ступінчасту конфігурацію по висоті. Верхня частина фундаменту обладнується підколонником, у який встановлюється колона. Це забезпечує точну фіксацію положення колони та передачу навантаження безпосередньо на тіло фундаменту.

Колони розташовуються, встановлюючись у типові збірні фундаменти скляного типу з розміром підошви у 1500×1500 мм та висотою в 750 мм.

Верхня частина фундаменту приходиться на відстань 2700 мм. нижче рівня чистого полу. За підошвою фундаменту, під нею, встановлюється бетонна підготовка при товщині 100 мм.

Колони поділяються:

- за висотою будівлі, устанавлюючи градацію в нижні, середі та верхні;
- за положеннями у рамі каркасу – на крайні та рядові.

Колони обрано збірні залізобетонні з кроком 6×6 м. Оскільки проєктована будівля має висоту до п'яти поверхів, для застосування обрані колони, маючи площу перетину у 300×300 мм², з прямокутними консолями, висота і виліт яких по 150 мм для сполучення з ригелем.

Нижні колони забезпечені оголовником задля стику по висоті лише зверху, верхні колони – лише знизу, середні колони – по обидві сторони.

Колони по краям – одноконсольні, в той час як середні – двухконсольні.

Ригелі. Поєднання колони з ригелем виконується методом спірання ригелю на приховану консоль. Ригелі – залізобетонні, висота їх дорівнює 450 мм. Мають тавровий перетин з однією або декількома полками задля обпирання плит перекриття, сходових маршів та схожих елементів. Зварювання ригелю з заставними деталями колони здійснюється на рівні верхніх частин консолі та ригелю.

Плити перекриття та покриття – збірні залізобетонні, що укладаються поверх полиць ригелів. Звертаючи увагу на положення настилу, поділ плит виконується на міжколонні зв'язні – пристінні та середні, маючи ширину у 1490 мм. з наявністю паз для колон, глибина котрих 100 мм, та рядові при їх ширині в 1490 мм і 1190 мм.

Зв'язок плит робиться сталевими анкерами, що просмикуються крізь стропувальні петлі.

Зовнішні стіни виконані з залізобетонних панелей товщиною 400 мм; суцільні із отворами дверей, запроєктовані з поверховою розрізкою по висоті. Фіксація вертикальних панелей виконана зварюванням розташованих в підрізці заставних елементів.

Внутрішні стіни – цегляні з білої силікатної цегли завтовшки 380 мм

Перегородки – керамзитобетонні панелі, маючи товщину в 8 мм.

Дах, покрівля. Дах – суміщений, невентильований, з наявністю засипного утеплювача ($\gamma=400 \text{ кг/м}^3$). Покрівля – руберойдна, в чотири шари. Водостік внутрішній.

Оздоблення приміщень. Вибір матеріалів та конструктивних підходів для внутрішнього оздоблення здійснюється згідно ДБН В.2.2-3:2018 «Будинки і споруди. Заклади освіти» [25] та відповідні санітарні вимоги до експлуатації навчальних установ.

Облаштування стін у навчальних приміщеннях виконані з водоемульсійної фарби світлих кольорів, які покращують освітленість простору і позитивно впливають на психоемоційний стан учнів. Нижні частини стін виготовляють із матеріалів із підвищеною стійкістю до пошкоджень або покривають фарбами із високим рівнем зносостійкості.

У зонах активного руху, таких як коридори, використані декоративні панелі, що додає стінам міцності та захищає їх від пошкоджень.

Стелі приміщень гладкі та освітлені у світлій кольоровій гамі, що сприяє ефективному розсіюванню світла. Використані пофарбовані стелі, виготовлені з негорючих матеріалів.

В спортивному та актовому залах застосовуються звукопоглинальні матеріали для покращення акустичного середовища.

Підлоги шкільних приміщень повинні бути максимально безпечними, зносостійкими та простими у догляді. У класах використовуються покриття із лінолеуму, які мають антибактеріальні властивості та забезпечують комфорт навіть під час тривалого перебування. У зонах із високою інтенсивністю руху, таких як коридори чи вестибюлі застосована керамічна плитка. Для спортивних залів обирають спеціальні поверхні з амортизаційними властивостями для зменшення ризику отримання травм.

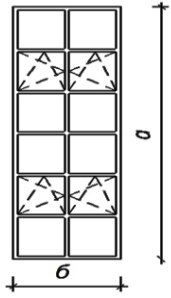
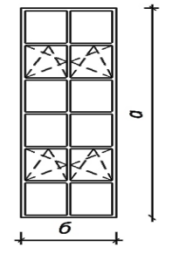
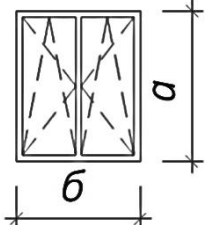
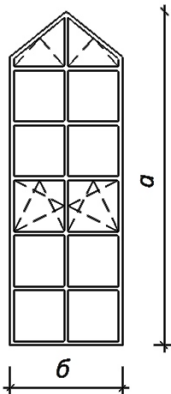
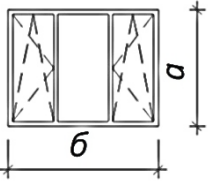
Особлива увага приділяється внутрішньому оздобленню санвузлів, душових кабін і медичних кабінетів. Стіни цих приміщень облицьовані вологостійкою керамічною плиткою до висоти, яка захищає поверхню від контакту з водою. Для підлог використані неслизькі покриття, які мають потрібні ухили для водовідведення.

Харчоблоки та їдальні вимагають використання матеріалів, які відповідають суворим санітарним нормам: поверхні мають легко очищатися, бути стійкими до впливу вологи й мийних засобів. Стінові покриття в цих зонах виконані із керамічної плитки. Для підлог застосовуються неслизькі зносостійкі матеріали, здатні витримувати інтенсивне експлуатаційне навантаження.

Всіб оздоблювальні матеріали відповідають пожежним нормам. Перевага надається негорючим або важкогорючим матеріалам, які у процесі нагрівання не виділяють токсичних речовин, гарантуючи безпеку при надзвичайних ситуаціях.

Віконні прорізи заповнені метало-пластиковими вікнами з подвійним склопакетом. Для естетичного вигляду вікна з маркуванням ОК-1, ОК-2, ОК-4, ОК-5 мають ефект віддзеркалювання.

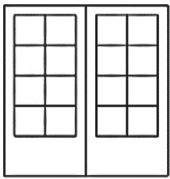
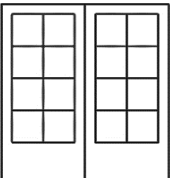

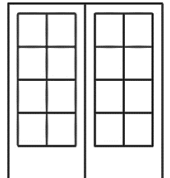


Таблиця 2.2 – Специфікація віконних прорізів

Позначення	Марка	Кількість	Розміри, мм		Площа скління, м ²	
			a	b	На одиницю	На весь об'єм
ОК-1		2	6525	1980	12,9	25,8
ОК-2		2	6525	1800	11,79	23,58
ОК-3		18	1600	1400	2,24	40,32
ОК-4		1	3950	2000	7,9	7,9
ОК-6		1	1600	2000	3,2	3,2
					Разом	113,87

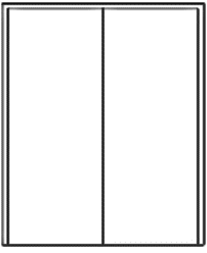
Дверні отвори прийняті згідно серії 1.136-11. Для забезпечення швидкої евакуації всі двері відчиняються на зовні по напрямку руху на вулицю виходячи з умов евакуації людей з будівлі при пожежі. Дверні

коробки закріплюються в прорізах до антисептованих дерев'яних пробок, що закладаються в кладку під час зведення стін. Дверні полотна навішують на петлях (навісах), які дозволяють знімати відкриті настіж дверні полотна з петель – для ремонту, або заміни полотна дверей.

Таблиця 2.3 – Специфікація дерев'яних прорізів

Позначення	Марка	Кількість	Розміри, мм	На одиницю		На весь об'єм	
				Площа, м ²	Об'єм деревини, м ³	Площа, м ²	Об'єм деревини, м ³
Д-1		3	2000×2400	4,8	0,48	14,4	2,88
Д-2		2	2000×2400	4,8	0,24	9,6	0,48
Д-4		1	900×2100	1,89	0,012	1,89	0,012
Д-5		2	1600×2100	3,35	0,158	6,7	0,316
Д-6		5	800×2100	1,68	0,084	8,4	0,42
Д-7		4	900×2100	1,89	0,094	7,56	0,38
Разом						48,55	4,49

Таблиця 2.4 – Специфікація металевих прорізів

Позначення	Марка	Кількість	Розміри, мм	На одиницю		На весь об'єм	
				Площа, м ²	Об'єм деревини, м ³	Площа, м ²	Об'єм деревини, м ³
Д-3		1	2000×2400	4,8	0,24	4,8	0,24
Разом						4,8	0,24

Навколо будівлі влаштовані вимощення, маючі ширину в 1,5 м.

2.5 Інженерне обладнання

Інженерні комунікації становлять важливу частину будь-якого сучасного будинку, забезпечуючи його безперебійну роботу та створюючи оптимальні умови для комфортного і безпечного проживання. Інженерна інфраструктура являє собою комплекс взаємопов'язаних систем, до яких належать водопостачання, водовідведення, опалення, електропостачання, газопостачання (за наявності), вентиляція та слабкострумові мережі. Процес проєктування і подальшої експлуатації цих систем регулюється будівельними нормами України, зокрема такими документами, як ДБН В.2.5-64:2012 [26], ДБН В.2.5-67:2013 [27] та іншими.

Система водопостачання в будинку забезпечує холодною і гарячою водою. Використовується централізоване водопостачання, яке здійснюється від міських водопровідних мереж. Вода надходить у будинок через ввід із водомірним вузлом і далі розподіляється по стояках та внутрішніх трубопроводах. Завдяки достатній інтенсивності тиску у зовнішній мережі часто немає потреби застосовувати додаткові підвищувальні насоси, хоча у випадках нестабільного постачання встановлюють насосні установки для верхніх поверхів.

Гаряче водопостачання працює від міської тепломережі. Гаряча вода надходить через окремі трубопроводи. Система гарячого водопостачання оснащена циркуляційним контуром для підтримки стабільної температури у місцях розбору.

Система водовідведення організована як внутрішня каналізаційна мережа, що відводить стічні води у зовнішню каналізацію. Структура системи включає стояки, горизонтальні відвідні труби і випуски. Для забезпечення правильної роботи каналізаційні стояки обладнуються вентиляційними трубами, що виходять на покрівлю. Це допомагає уникнути утворення неприємних запахів всередині приміщень.

Система опалення – централізоване водяне опалення від міських теплових мереж. Теплоносій через тепловий ввід надходить у будинок і передається по стояках і радіаторах в окремі квартири. Використовуються однотрубні системи з нижнім розташуванням магістралей. Температурне регулювання виконується як для всієї будівлі, так і в межах окремих приміщень за допомогою спеціальної арматури.

Електропостачання – від зовнішніх мереж напругою 380/220 Вт. Електропостачання будинку забезпечується через початковий ввід від міської електромережі та внутрішній розподільчий пристрій. Враховано всі потреби: живлення приміщень, освітлення загальних зон, функціонування ліфтів та обслуговування прилеглих територій. У контексті сучасних екологічних викликів важливою складовою стала енергоефективність – це використання енергозберігаючих технологій і автоматизованих систем керування освітленням.

Вентиляція – припливно-витяжна з механічним і природним спонуканням.

Газопостачання – відсутнє.

2.6 Теплотехнічний розрахунок

Теплотехнічний розрахунок огорожувальних конструкцій є необхідним етапом проектування будівель, адже саме він дозволяє оцінити здатність таких конструкцій забезпечувати нормативний рівень теплозахисту та енергоефективності. Його ключове завдання – встановити, чи здатні стіни, покриття, перекриття й інші елементи конструкції ефективно запобігати тепловтратам у холодну пору року, а також захищати приміщення від перегріву в теплий сезон. Головна мета цього розрахунку полягає у перевірці відповідності огорожувальних конструкцій будівельним нормам, зокрема ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель» [28].

У процесі виконання розрахунку визначають опір теплопередачі, який повинен відповідати або перевищувати нормативний рівень для даного кліматичного регіону. Це сприяє скороченню тепловтрат і зменшенню витрат на обігрів приміщень.

Додатково проводиться перевірка на відсутність конденсації водяної пари всередині конструкції. Зміщення точки роси у межі матеріального шару може стати причиною накопичення вологи, що знижує теплоізоляційні властивості та призводить до фізичного пошкодження конструкції.

Отже, важливим аспектом є правильний вибір і взаємне розташування шарів матеріалів, щоб забезпечити плавний перехід температур без небажаного утворення конденсату.

Особлива увага приділяється температурі внутрішньої поверхні огорожувальних конструкцій. Вона повинна бути достатньо високою, щоб запобігти появі конденсату на поверхні стін і створити комфортний мікроклімат у приміщенні. Низька температура внутрішніх поверхонь може сприяти виникненню неприємного відчуття холоду навіть за нормальної температури повітря у кімнаті.

Розрахунок теплотехнічних параметрів дозволяє також обґрунтовано визначити оптимальну товщину теплоізоляційного шару. Це дає змогу досягти балансу між капітальними витратами на будівництво та майбутніми

експлуатаційними витратами. Надто тонкий утеплювач викликає значні тепловтрати, тоді як надмірно товстий шар призводить до необґрунтованого зростання затрат.

Таким чином, теплотехнічний розрахунок огорожувальних конструкцій відіграє багатофункціональну роль. Він не лише забезпечує енергозбереження і комфортабельність проживання, але й гарантує відповідність будівлі нормативам і тривалу експлуатацію її структурних елементів. Виконання такого розрахунку є ключовим моментом у прийнятті раціональних конструктивних рішень під час проєктування сучасних будівель.

Необхідно знайти товщину стіни для споруджуваної в м. Харків будівлі. Конструкція стіни прийнята відповідно до рисунка 2.1.

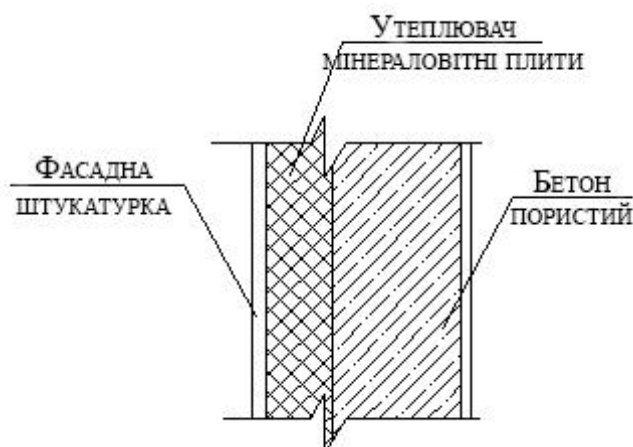


Рисунок 2.1 – Схема стіни

Таблиця 2.5 – Теплотехнічний розрахунок

№ п/п	Найменування, одиниця виміру	Познач.	δ_1 $\rho_1=1800$	δ_2 $\rho_2=200$	δ_3 $\rho_3=1200$
1	2	3	4		
1	Розрахункова температура внутрішнього повітря, °С	t_{int}	22		
2	Розрахункова температура найбільш холодної зимової п'ятиденки, °С	t_{ext}	мінус 25		
3	Критичний температурний перепад, °С	Δt_n	4		

Продовження табл. 2.5

1	2	3	4		
4	Коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні, Вт/м ² ×°С	α_{int}	8,7		
5	Коефіцієнт тепловіддачі для зимових умов, Вт/м ² ×°С	α_{ext}	2,3		
6	Товщина шару, м	δ	0,02	X	0,4
7	Розрахунковий коефіцієнт теплопровідності, Вт/м ² ×°С	λ	0,76	0,076	0,52
8	Середня температура опалювального періоду, °С	t_{ht}	мінус 2,2		
9	Тривалість опалювального періоду, діб	Z_{ht}	178		
10	Градусодоби опалювального періоду, $D_d=(t_{int} - t_{ht})\times Z_{ht}=(22+2,2)\times 178$	D_d	4038		
11	Опір теплопередачі з умов енергозбереження	R_{red}	1,35		
12	Товщина розраховується шару, м $R_{red}=1/\alpha_B+1/\alpha_H$ $+\delta_1/\lambda_1+\delta_2/\lambda_2+\delta_3/\lambda_3=$ $\lambda_3(R_{red}-1/\alpha_B-1/\alpha_H-\delta_1/\lambda_1-\delta_2/\lambda_2)$	δ_3	0,13		

Висновок: товщина утеплювача дорівнює 130 мм, товщина стіни дорівнює 530 мм.

3 КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА

Основним завданням розрахунку залізобетонних конструкцій є забезпечення їхньої міцності, стійкості та надійності за умов дії всіх можливих навантажень. У ході цього процесу визначають, чи здатні елементи конструкції витримувати власну вагу, експлуатаційні навантаження, вплив вітру, снігового покриву та інших екстремальних факторів без утворення критичних деформацій або руйнувань. Ці параметри регламентуються відповідними нормативними документами, серед яких, зокрема, ДБН В.2.6-98:2009 «Бетонні та залізобетонні конструкції» [29].

Окрім забезпечення необхідної міцності, значна увага приділяється обмеженню деформацій і тріщиноутворення. Залізобетон залишається матеріалом, який допускає певну кількість тріщин під навантаженнями, однак їхня ширина повинна бути в межах встановлених норм. Надмірне розкриття тріщин або прогини не тільки знижують експлуатаційні властивості конструкції, але й можуть спричинити погіршення довговічності або навіть призвести до аварійних ситуацій.

Одним із важливих напрямків розрахунку є оптимальний вибір перерізів конструктивних елементів та визначення параметрів армування. Через розрахунок визначаються необхідні геометричні розміри елементів, кількість і просторове розміщення арматури для забезпечення їх ефективного та економічного функціонування. Зокрема, це стосується вибору діаметра арматурних стрижнів, кроку їхнього розташування та класу застосовуваного бетону. Без таких обчислень неможливо коректно спроектувати конструкцію.

Розрахунок також слугує основою для забезпечення загальної стійкості будівлі як єдиної просторової системи. Він враховує спільну взаємодію окремих елементів у межах конструкції, що є особливо актуальним для багатоповерхових споруд, де критично важливим аспектом стає правильний перерозподіл навантажень між різними елементами.

Не менш важливим є значення розрахунків для забезпечення довговічності та надійної експлуатації конструкції протягом усього періоду її

використання. У процесі враховуються чинники, які можуть вплинути на збереження конструкції в часі, зокрема корозія арматури, вплив агресивного середовища, температурні деформації та усадкові процеси бетону. Завдяки цьому можна запобігти передчасному погіршенню стану конструкції або виникненню небезпеки її руйнування.

Окрім технічної складової, розрахунки також є невід'ємною частиною економічного обґрунтування проєкту. Вони дозволяють збалансувати витрати на матеріали та уникнути їх як надлишкового використання (наприклад, зайвого армування), так і дефіциту. Це сприяє оптимізації витрат з одночасним забезпеченням необхідного рівня безпеки.

3.1 Розрахунок збірного залізобетонного маршу

Необхідно зробити розрахунок залізобетонного маршу шириною 1,2 м. Для сходів житлового будинку, який має такі показники:

- висота поверху дорівнює 3 м;
- кут нахилу маршу $\alpha=30^{\circ}$;
- розмір сходів дорівнює 150–300 мм;
- марка бетону – В25;
- клас арматури каркасів – А300;
- клас арматури сіток – В500.

Розрахункові дані для бетону М300:

$$R_{пр} = 13,5 \text{ МПа};$$

$$R_p = 1 \text{ МПа};$$

$$m_{b1} = 0,85;$$

$$R_{прП} = 17 \text{ МПа};$$

$$R_{рП} = 1,5 \text{ МПа};$$

$$E_b = 26000 \text{ МПа};$$

Для арматури класу А300:

$$R_a = 270 \text{ МПа};$$

$$R_{a,x} = 215 \text{ МПа};$$

Для планувальної арматури класу B500:

$$R_a = 315 \text{ МПа};$$

$$R_{a,ч} = 220 \text{ МПа};$$

Визначення навантажень та зусиль

Власна маса, визначена для типових маршів, за специфікацією індустріальних виробів для житлового та цивільного будівництва, рівняється: $g^n = 3,6 \text{ кН/м}^2$ в горизонтальній проекції.

Разом з цим, тимчасове нормативне навантаження, для сходів цивільної будівлі становить $p^n = 3 \text{ кН/м}^2$; коефіцієнт надійності за навантаженням, у той же час, $f = 1,2$; тривалодіюче тимчасове розрахункове навантаження на 1 м довжини маршу дорівнює $p_{ld}^n = 1 \text{ кН/м}^2$:

$$Q = (g\gamma_f + p^n\gamma_f) \times a \quad (3.1)$$

$$Q = (3,6 \times 1,1 + 3 \times 1,2 \times 1,35) = 10,3 \text{ кН/м.}$$

Розрахунковий згинальний момент в середині прольоту маршу:

$$M = \frac{ql^2}{8 \cos \alpha} = \frac{10,3 \times 3^2}{8 \times 0,867} = 13,3 \text{ кН} \times \text{м.} \quad (3.2)$$

Поперечна сила на опорі:

$$Q = \frac{ql}{2 \cos \alpha} = \frac{10,3 \times 3}{2 \times 0,867} = 17,8 \text{ кН.} \quad (3.3)$$

Попереднє призначення розмірів перерізу маршу

Щодо типових заводських форм, робимо такі призначення:

- товщина плити (по перетину між сходами) рівняється $h_f = 30 \text{ мм}$;
- висота ребер (косоурів) становить $h = 170 \text{ мм}$;
- товщина ребер дорівнює $b_f = 80 \text{ мм}$.

Робимо заміну дійсного перетину маршу розрахунковим тавровим з наявною полицею в стислій зоні: $b = 2 \times b_f = 2 \times 80 = 160 \text{ мм}$. Ширину полиці b'_p , за відсутності поперечних ребер, приймаємо в районі не більше:

$$b'_f = 2 \times (l/6) + b \quad (3.4)$$

$$b'_f = 2 \times (300/6) + 16 = 116 \text{ см чи}$$

$$b'_f = 1 + (h'_f) + b \quad (3.5)$$

$$b'_f = 12 \times 3 + 16 = 52 \text{ см,}$$

Беремо за розрахункове значення з меншим показником $b_f'=52$ см.

Підбір перерізу поздовжньої арматури

Спираючись на умову:

$$M \times R_b b x (h_0 - 0,5x) + R_{sc} A_s' (h_0 - a') \quad (3.6)$$

Встановлюємо розрахунковий випадок для таврового перетину при

$$M \times R_B \gamma_{b2} b_f' h_f' x (h - 0,5h_f') \quad (3.7)$$

Нейтральна вісь простягається в полиці, умова виконується, розрахунок арматури робимо за формулами, призначеним для прямокутних перетинів шириною $b_n'=52$ см. Розраховуємо:

$$A_0 = \frac{M \gamma_N}{R_b \gamma_{b2} b_f' h_0^2} \quad (3.8)$$

$$\frac{1330000 \times 0,95}{14,5 \times 100 \times 0,9 \times 52 \times 14,5^2} = 0,089 \text{ см}^2$$

де $\eta = 0,953$; $\xi = 0,095$,

$$A_s = \frac{M \gamma_n}{\gamma_1 h_0 R_s} \quad (3.9)$$

$$\frac{1330000 \times 0,95}{0,953 \times 14,5 \times 280 \times 100} = 3,26 \text{ см}^2,$$

Приймаємо: 2 $\emptyset 14$ А300, $A_s = 3,08$ (-4,5%) – значення в допустимому діапазоні.

При 2 $\emptyset 16$ А300, $A_s = 4,02 \text{ см}^2$ (+25%) – перевитрата. У кожному ребрі встановлюємо по 1 плоскому каркасу К-1.

Розрахунок похилого перерізу на поперечну силу

Поперечна сила на опорі $Q_{\max} = 17,8 \times 0,95 = 17$ кН. Виконуємо обчислення проєкції розрахункового похилого перерізу на поздовжню вісь s за формулами:

$$V_b = \varphi_{b2} \times (1 + \varphi_f + \varphi_n) \quad (3.10)$$

$$V_b = 1 + 0,175 = 1,175 < 1,5 \text{ Н/см};$$

У розрахунковому похилому перерізі $Q_b = Q_{sw} = Q/2$, а так як за формулою:

$$Q_b = [\varphi_{b2} (1 + \varphi_f + \varphi_n) R_{BT} B h_0^2] / c, \quad (3.11)$$

$$\begin{aligned}
Q_b &= B_b/2, \text{ то} \\
C &= B_b/0,5 \times Q \\
C &= 7,5 \times 10^5 / 0,5 \times 17000 = 88,3 \text{ см},
\end{aligned}
\tag{3.12}$$

Що більше $2 \times h_0 = 2,9$ см, тоді

$$\begin{aligned}
Q_b &= B_b/c \\
Q_b &= 7,5 \times 10^5 / 29 = 25,9 \times 10^3 \\
H &= 25,9 \text{ кН}, > Q_{\max} = 17 \text{ кН},
\end{aligned}
\tag{3.13}$$

Отже, поперечна арматура по розрахунку не потрібна.

В $1/4$ прольоту призначаємо з конструктивних міркувань поперечні стрижні діаметром 6 мм із сталі класу А240, кроком $s=80$ мм (не більше $h/2 = 170/2 = 85$ мм),

$$\begin{aligned}
A_{sw} &= 0,283 \text{ см}^2, R_{sw} = 175 \text{ МПа}; \text{ для подвійних каркасів } n=2, A_{sw} = 0,566 \text{ см}^2, \\
\mu_w &= 0,566 / 16,8 = 0,0044
\end{aligned}
\tag{3.14}$$

$$\alpha = E_s / E_b \tag{3.15}$$

$$\alpha = 2,1 \times 10^5 / 2,7 \times 10^4 = 7,75$$

У центровій частині ребер розміщуємо поперечну арматуру конструктивно, застосовуючи крок у 200 мм.

Робимо перевірку міцності елемента по похилій смузі M/g принципом похилих тріщин, використовуючи формулу:

$$Q \leq 0,3 \varphi_{w1} \varphi_{b1} R_b \gamma_{b2} b h_0, \tag{3.16}$$

$$\text{де } \varphi_{w1} = 1 + 5\alpha\mu_w = 1 + 5 \times 7,75 \times 0,0044 = 1,17;$$

$$\varphi_{b1} = 1 - 0,01 \times 14,5 \times 0,9 = 0,87;$$

$$Q = 17000 < 0,3 \times 1,17 \times 0,87 \times 14,5 \times 0,9 \times 16 \times 14,5 \times 100 = 9300 \text{ Н} \tag{3.17}$$

Поставлена задача виконується: міцність маршу по похилому перерізу, в підсумку, забезпечується.

Армування плити маршу роблять сіткою зі стрижнів діаметром 4-6 мм, розміщених кроком 100-300 мм. Плита має монолітний зв'язок зі сходами, армування яких роблять за конструктивними міркуваннями, і несуча здатність плити, разом з урахуванням роботи сходів, повністю

забезпечується. Розрахунок сходинок, що укладаються поверх косоурів, виконують як розрахунок вільно опертих балок трикутного перетину. Діаметр робочої арматури сходів, сумісно з урахуванням впливів транспортних і монтажних, призначають, відштовхуючись від довжини ступенів l_{st} :

при $l_{st}=1-1,4$ м – 6 мм; $l_{st}=1,5-1,9$ м – 7-8 мм; $l_{st}=2-2,4$ м – 8-10 мм, хомути виконують з арматури $d = 4-6$ мм, крок – 200 мм.

3.2 Розрахунок залізобетонної майданчикової плити

Треба зробити розрахунок ребристої плити сходового майданчика двомаршових сходів:

- ширина плити дорівнює 1600 мм;
- товщина плити дорівнює 60 мм;
- тимчасова нормативне навантаження рівняється 3 кН/м^2 ;
- коефіцієнт надійності за навантаженням $\gamma_f=1$.

Щодо марки матеріалів: їх приймаємо такі ж самі, що були у розрахунку сходового маршу.

Визначення навантажень

Власна вага плити при $h_f' = 6$ см; $q^n = 0,06 \times 25000 = 1500 \text{ Н/м}^2$.

Розрахункова вага плити $q = 1500 \times 1,1 = 1650 \text{ Н/м}^2$.

Розрахункова вага лобового ребра (за умови вирахування ваги плити):

$$q = (0,29 \times 0,11 + 0,07) \times 1,25000 \times 1,1 = 1000 \text{ Н/м} \quad (3.18)$$

Розрахункова вага крайнього ребра:

$$q = 0,14 \times 0,09 \times 1 \times 2500 \times 1,1 = 350 \text{ Н/м} \quad (3.19)$$

Тимчасове розрахункове навантаження:

$$p = 3 \times 1,2 = 3,6 \text{ кН/м}^2 \quad (3.20)$$

При розрахунку майданчикової плити обчислюють роздільну полку, пружно забиту в ребрах, на які спираються марші, та пристінне ребро сприймає навантаження від половини прольоту полки плити.

Розрахунок полки плити

Полку плити, при відсутності поперечних ребер, розраховують як балковий елемент з частковим закріпленням на опорах. Розрахунковий проліт дорівнює відстані між ребрами, а саме – 1,13 м.

При обліку утворення пластичного шарніра згинальний момент в прольоті і на опорі визначають за формулою, що враховує вирівнювання моментів.

$$M_s = ql^2/16 = 5250 \times 1,13^2/16 = 420 \text{ Н/м, де} \quad (3.21)$$

$$q = (g+p)b = (1650+3600) \times 1 = 5250 \text{ Н/м} \quad (3.22)$$

де $b=1$.

При $b = 100$ см і $h_0 = h-a = 6-2 = 4$ см, обчислюємо:

$$A_s = \frac{M \gamma_n}{R_b \gamma_{bs} b h_0} \quad (3.23)$$

$$A_s = \frac{4200 \times 0,95}{14,5 \times 100 \times 0,9 \times 100 \times 4^2} = 0,0192 \text{ см}^2,$$

де $\eta = 0,981$, $\xi = 0,019$,

$$A_s = \frac{M \gamma_n}{\eta h_0 R_s} \quad (3.24)$$

$$A_s = \frac{4200 \times 0,95}{0,981 \times 4 \times 375 \times 100} = 0,27 \text{ см}^2.$$

Укладаємо сітку С-I із арматури Ø3 мм В500 кроком $s = 200$ мм на 1 м довжини з відгином на опорах, $A_s=0,36 \text{ см}^2$.

Розрахунок лобового ребра

На лобове ребро роблять свій вплив наступні навантаження:

Постійне та тимчасове, рівномірно розподілені від половини прольоту полки і від власної ваги:

$$Q = (1650+3600) \times 1,35/2 + 1000 = 4550 \text{ Н/м} \quad (3.25)$$

Рівномірно розподілене навантаження від опорної реакції маршів, прикладене до виступу лобового ребра і викликаюче її кручення,

$$q = Q/a = 17800/1,35 = 1320 \text{ Н/м} \quad (3.26)$$

Згинальний момент на виступі від навантаження q на 1 м:

$$M_1 = q_1(10+7)/2 \quad (3.27)$$

$$M_1 = 1320 \times 8,5 = 11200 \text{ Н} \times \text{см} = 112 \text{ Н} \times \text{м}.$$

Визначаємо розрахунковий згинальний момент в середині прольоту ребра (вважаючи умовно, по причині малих розривів, що q_1 діє по всьому прольоті):

$$M = (q+q_1) \times l_0^2 / 8 \quad (3.28)$$

$$M = (4550+1320) \times 3,2^2 / 8 = 7550 \text{ Н/м}.$$

Розрахункове значення поперечної сили з урахуванням $\gamma_n=0,95$:

$$Q = (q+q_1) \times l \gamma_n / 2 \quad (3.29)$$

$$Q = (4550+1320) \times 3,2 \times 0,95 / 2 = 8930 \text{ Н}.$$

Щодо розрахункового перетину лобового ребра: він вважається тавровим з полицею, в стислій зоні, маючи ширину $b_f' = b_f + b_2 = 6 \times 6 + 12 = 48 \text{ см}$. Оскільки у ребра є монолітний зв'язок з полицею, що впливає на сприйняття моменту від консольного виступу, то лобове ребро можна розрахувати на дію лише згинального моменту, $M = 7550 \text{ Н} \times \text{м}$.

Відповідно до загального порядку розрахунку згинаючих елементів, визначаємо (з урахуванням коефіцієнта надійності $\gamma_n=0,95$).

Розташування центральної осі за умовою (2,35) при $x=h_f'$:

$$\begin{aligned} M \gamma_n &= 755000 \times 0,95 = 0,72 \times 10^6 < R_b \gamma_{b2} b_f' h_f' (h_0 - 0,5 h_f') = \\ &= 14,5 \times 100 \times 0,9 \times 48 \times 6 (31,5 - 0,5 \times 6) = 10,7 \times 10^6 \text{ Н} \times \text{см}, \end{aligned} \quad (3.30)$$

Дотримання умові виконується, нейтральна вісь проходить в полиці,

$$A_0 = \frac{M \gamma_n}{b_f' h_0^2 R_b \gamma_{b2}} \quad (3.31)$$

$$A_0 = \frac{755000 \times 0,95}{48 \times 31,5^2 \times 14,5 \times 100 \times 0,9} = 0,0138$$

де $\eta=0,993$, $\xi=0,0117$

$$A_s = \frac{M \gamma_n}{\eta h_0 R_s} \quad (3.32)$$

$$A_s = \frac{755000 \times 0,95}{0,993 \times 31,5 \times 280 \times 100} = 0,82 \text{ см}^2;$$

Приймаємо з конструктивних міркувань 2 Ø10 A300, $A_s=1,570 \text{ см}^2$;
відсоток армування:

$$\mu = (A_s/bh_0) \times 100 \quad (3.33)$$

$$\mu = 1,57 \times 100 / 12 \times 31,5 = 0,42\%.$$

Розрахунок похилого перерізу лобового ребра на поперечну силу

$$Q = 8,93 \text{ кН}$$

Обчислюємо проекцію похилого перерізу на поздовжню вісь,

$$V_b = \varphi_{b2}(1+\varphi_f+\varphi_n)R_{bt}\gamma_{b2}bh_0^2, \quad (3.34)$$

$$V_b = 2 \times 1,214 \times 1,05 \times 100 \times 12 \times 31,5^2 = 27,4 \times 10^5 \text{ Н/см},$$

де $\varphi_n = 0$;

$$\varphi_f = (0,75 \times 3 \times h'_f)h'_f/bh_0 \quad (3.35)$$

$$\varphi_f = 0,75 \times 3 \times 6^2 / 12 \times 31,5 = 0,214 < 0,5;$$

$$(1+\varphi_f+\varphi_n) = (1+0,214+0) = 1,214 < 1,5$$

В розрахунковому похилому перерізі $Q_b = Q_{sw} = Q/2$, тоді

$$C = V_b \times 0,5 \times Q \quad (3.36)$$

$$C = 27,4 \times 10^5 / 0,5 \times 8930 = 612 \text{ см},$$

Що більше $2h_0 = 2 \times 31,5 = 63$; приймаємо $c = 63 \text{ см}$.

$$Q_b = V_b/c \quad (3.37)$$

$$Q_b = 27,4 \times 10^5 / 63 = 43,4 \times 10^3 \times \text{Н} = 43,4 \times \text{кН} > Q = 8,93 \times \text{кН},$$

Отже, поперечна арматура по розрахунком не є необхідною, по конструктивним вимогам приймаємо закриті хомути (враховуючи згинальний момент на консольному виступі) з арматури діаметром 6 мм класу A240 кроком 150 мм.

Армування консольного виступу для обпирання вільного маршу виконують сіткою С-2 з арматури, маючої діаметр в 16 мм та клас – A240; поперечні стрижні даної сітки скріплюють з хомутами каркаса К-І ребра.

4 ТЕХНОЛОГІЧНА КАРТА НА ВИКОНАННЯ КЛАДКИ СТІН З ЦЕГЛИ

4.1 Область застосування технологічної карти

Технологічна карта на виконання цегляної кладки стін є невід'ємною частиною проекту організації будівельних робіт. Вона створена для оптимізації процесу будівництва, регламентує послідовність виконання операцій, визначає необхідний склад трудових ресурсів, забезпечення матеріалами та технічними засобами, а також встановлює заходи для контролю якості. Розроблення цієї карти здійснюється у відповідності до чинних нормативних документів, таких як ДБН А.3.1-5:2016 «Організація будівельного виробництва» [30], ДБН В.2.6-162:2010 «Кам'яні та армокам'яні конструкції» [31] та ДБН А.3.2-2-2009 «Охорона праці і промислова безпека в будівництві» [32].

Ця карта призначена для виконання кладки зовнішніх і внутрішніх стін із керамічної або силікатної цегли в громадських спорудах. Її використовують при будівництві несучих і самонесучих стін із товщиною від 120 мм до 640 мм, залежно від конструктивних особливостей проектованої будівлі.

Основним акцентом є виконання робіт у стандартних кліматичних умовах, але карта також може бути адаптована до зимового періоду з урахуванням додаткових заходів. У рамках зазначеної сфери використання передбачені й умови реалізації будівельних робіт, такі як рівень механізації процесів, способи подачі матеріалів, тип риштувань та організація робочого місця муляра. Такий підхід робить карту максимально універсальною та придатною для використання в умовах різних будівельних об'єктів [30].

Дана технологічна карта розроблена для громадської будівлі, а саме – для навчального корпусу з 2-х універсальних будівель на 816 учнів, розташованого у місті Харків; розміри в осях – 26×57 м.

Стіни у цьому будинку виконані з цегли:

- товщина зовнішніх стін – 400 мм;
- внутрішніх – 250 мм;
- висота поверху – 3,3 м.

4.2 Визначення обсягів робіт

Обсяги монтажних-будівельних робіт визначаються відповідно до проєктної схеми будівлі, розміщеної у довідкових матеріалах, наведених у документації. Одиниці виміру прийняті згідно з вимогами ЄНІР.

Відповідно до внутрішніх нормативних умов, при спорудженні будівель із цегляними стінами до переліку робіт входять [31]:

1. Виконання цегляної кладки зовнішніх і внутрішніх стін (м³)
2. Спорудження цегляних перегородок (м²)
3. Монтаж і демонтаж риштування (на 1 м³ кладки)
4. Подача цегли на робочу ділянку (у кількості 1000 шт.)
5. Транспортування будівельного розчину (м³)
6. Установка збірних залізобетонних елементів: перекриттів, сходових маршів, площадок, балконних плит, перегородок і плит (у штуках)
7. Виконання електрозварювання стиків (погонні метри)
8. Заповнення швів між плитами перекриття будівельним розчином (м²).

Визначення обсягів робіт з цегляної кладки стін

1.1. Обсяг кладки зовнішніх стін в межах 1-14:

$$V_{\text{кл. E(4-14)}} = 42 \times 3,3 \times 0,4 - 5,2 \times 1,5 \times 0,4 \times 3 - 2,2 \times 1,5 \times 0,4 \times 3 - 1,31 \times 1,5 \times 0,4 = 41,33 \text{ м}^3 \quad (4.1)$$

$$V_{\text{кл. Г(7-14)}} = 33 \times 3,3 \times 0,4 - 5,2 \times 1,5 \times 0,4 \times 3 - 2,2 \times 1,5 \times 0,4 \times 3 = 30,24 \text{ м}^3$$

$$V_{\text{кл. B(1-4)}} = 15 \times 3,3 \times 0,4 - 5,2 \times 1,5 \times 0,4 \times 2 - 2,2 \times 1,5 \times 0,4 = 12,24 \text{ м}^3$$

$$V_{\text{кл. A(1-7)}} = 24 \times 3,3 \times 0,4 - 5,2 \times 1,5 \times 0,4 \times 3 - 1,3 \times 2,09 \times 0,4 = 21,23 \text{ м}^3$$

$$V_{\text{кл. 1(A-B)}} = 12 \times 3,3 \times 0,4 - 1,01 \times 2,09 \times 0,4 = 15 \text{ м}^3$$

$$V_{\text{кл. 4(B-E)}} = 14 \times 3,3 \times 0,4 - 2,2 \times 1,5 \times 0,4 \times 4 = 13,20 \text{ м}^3$$

$$V_{\text{кл. 7(A-Г)}} = 14 \times 3,3 \times 0,4 - 2,2 \times 1,5 \times 0,4 \times 4 = 10,56 \text{ м}^3$$

$$V_{\text{кл. 14(Г-E)}} = 12 \times 3,3 \times 0,4 - 2,2 \times 1,5 \times 0,4 \times 4 = 15,84 - 5,28 = 10,56 \text{ м}^3$$

1.2. Обсяг кладки внутрішніх стін по осі в межах 1-13:

$$V_{\text{кл. Г'(7-12)}} = 24 \times 3,3 \times 0,25 - 0,9 \times 0,25 \times 2,07 \times 8 = 16,07 \text{ м}^3 \quad (4.2)$$

$$V_{\text{кл. Г(7-12)}} = 24 \times 3,3 \times 0,25 - 0,9 \times 0,25 \times 2,07 \times 8 = 16,07 \text{ м}^3$$

$$V_{\text{кл. 13(Г-E)}} = 12 \times 3,3 \times 0,25 - 0,9 \times 0,25 \times 2,07 \times 2 = 8,97 \text{ м}^3$$

$$V_{\text{кл. 12(Г-Е)}} = 7,74 \times 3,3 \times 0,25 = 6,39 \text{ м}^3$$

$$V_{\text{кл. 11(Г-Е)}} = 7,74 \times 3,3 \times 0,25 = 6,39 \text{ м}^3$$

$$V_{\text{кл. 10(Г-Е)}} = 7,74 \times 3,3 \times 0,25 = 6,39 \text{ м}^3$$

$$V_{\text{кл. 9(Г-Е)}} = 7,74 \times 3,3 \times 0,25 = 6,39 \text{ м}^3$$

$$V_{\text{кл. 8(Г-Е)}} = 7,74 \times 3,3 \times 0,25 = 6,39 \text{ м}^3$$

$$V_{\text{кл. 7(Г-Е)}} = 7,74 \times 3,3 \times 0,25 = 6,39 \text{ м}^3$$

$$V_{\text{кл. Г(4-6)}} = 7,74 \times 3,3 \times 0,25 = 6,39 \text{ м}^3$$

$$V_{\text{кл. 6(Б-Е)}} = 6 \times 3,3 \times 0,4 = 7,92 \text{ м}^3$$

$$V_{\text{кл. Б(1-6)}} = 21 \times 3,3 \times 0,25 - 0,9 \times 0,25 \times 2,07 \times 2 = 16,39 \text{ м}^3$$

$$V_{\text{кл. 2(А-Б)}} = 12 \times 3,3 \times 0,25 - 2,09 \times 0,25 \times 3,3 - 1,8 \times 0,25 \times 3,3 = 6,69 \text{ м}^3$$

$$V_{\text{кл. 3(А-Б)}} = 6 \times 3,3 \times 0,25 - 1,08 \times 0,25 \times 3,3 = 3,47 \text{ м}^3$$

Обсяг цегляного мурування та відомість збірних елементів записано в в таблицях 4.1, 4.2.

Таблиця 4.1 – Обсяг цегляного мурування

№ п/п	Найменування	Од. вимір.	V р-к на секцію	V р-к на тип. поверх
1	Кладка зовнішніх стін	м ³	154,36	154,36
2	Кладка внутрішніх стін	м ³	104,24	104,24

Таблиця 4.2 – Відомість збірних елементів

№ п/п	Найменування	Од. вимір.	V р-к на секцію	V р-к на тип. поверх
1	Плити перекриття	шт.	106	106
2	Сходові марші	шт.	3	3
3	Сходові площадки	шт.	3	3

4.3 Калькуляція трудових витрат і заробітної плати

Таблиця 4.3 – Калькуляція трудових витрат

№ п/п	ЄНіР	Наймен. робіт	Об'єм робіт	Од. вим.	Норма часу		Трудовитрати	
1	3-1-3	Кладка зовн. стін	154,36	м ³	4,3	—	82,97	—
2	3-1-3	Кладка внутр. стін	104,24	м ³	3,7	—	48,21	—
		Всього по кладці	258,6	м ³			131,18	
Монтажні роботи								
3	4-1-7	Уклад. плит перекриття	106	шт.	1,3	0,32	17,23	4,24
4	4-1-9	Уклад. сходів, маршів та площадок	6	шт.	2,2	0,55	1,82	0,41
		Всього по монтажним роботам	112	шт.			19,05	4,65
Допоміжні роботи								
5	1-4т.2	Підйом цегли краном	101,37	1000 шт.	0,36	0,18	4,56	2,28
6	1-4	Підйом розч. краном	63,04	на 10 м ³ кл.	0,84	0,42	6,62	3,31
7	3-1-16	Установка і знімання підм.	172,41	100 м.	0,93	0,31	20,00	53,45
8	4-1-18	Заливка швів між плит. перекриття	26,64	10 м.	6,4	—	21,31	—
9	22-1-1	Зварювання елементів	5,6	м.п.	3	—	2,10	—

Допоміжні роботи:

– під'єм цегли в футлярі:

$$258,6 \times 39,2 / 100 = 101,37 \text{ м}^3 \quad (4.3)$$

– підйом розчину краном:

$$258,6 \times 24,4 / 100 = 63,04 \text{ м}^3 \quad (4.4)$$

– заливка швів між плитами перекриттів:

$$(106 \times 6 + 30) \times 4 / 100 = 26,64 \text{ м}^3 \quad (4.5)$$

– електро-зварювальні роботи:

$$112 \times 0,5 / 10 = 5,6 \text{ м}^3 \quad (4.6)$$

– установка/ зняття підмостки:

$$2/3 \times 258,6 = 172,41 \text{ м}^3 \quad (4.7)$$

Змінний склад муляра при зведенні кам'яного будинку з залізобетонним збірним перекриттям визначається за формулою:

$$N = Q/b \times a \times k \quad (4.8)$$

$$N = 131,18 / (3 \times 1 \times 2) = 22 \text{ людини};$$

2 ланки на зовнішні стіни по 5 чоловік;

3 ланки на внутрішні – по 4 людини;

де Q – трудовитрати по цегляній кладці,

b – число захваток, a – число ярусів,

k – ритм роботи, час виконання робіт на одному ярусі-захватці, зазвичай визначається часом установки збірних елементів (калькуляція трудових витрат).

Довжина ділянки ланки для кладки зовнішніх стін:

$$l = (n \times t_{зм} \times K) / (a \times h \times H_{ч}) \quad (4.9)$$

$$l = 5 \times 8 \times 1,25 / (0,4 \times 1 \times 4,3) = 29,07 \text{ м};$$

$$K_{пр} = S_{стін з прорізами} / S_{стін. прорізів}; \quad (4.10)$$

$$K_{пр} = 49,6 / 39,65 = 1,25.$$

Довжина майданчика ланки для кладки внутрішніх стін:

$$K_{пр} = 58,98 / 43,55 = 1,35;$$

$$l = (4 \times 8 \times 1,35) / (0,25 \times 1 \times 3,7) = 46,70 \text{ м}$$

де $t_{зм}$ – тривалість робочої зміни;

n – чисельний склад ланки;

$K_{пр}$ – коефіцієнт прорізів стін;

$K = S_{стін з прорізами} / S_{стін. прорізів};$

$H_{ч}$ – норма часу.

4.4 Технологія та організація виконання робіт

Процес виконання цегляної кладки охоплює три ключові етапи: підготовчий, основний та завершальний. На підготовчому етапі перевіряється

готовність основи, проводиться геодезична розбивка осей споруди, встановлюються причалки й маяки, а також організується підготовка будівельних матеріалів і робочих місць. Особливу роль на цьому етапі відіграє коректне укладання першого ряду, адже саме від нього залежить геометрична точність усієї конструкції [30].

Основна частина робіт полягає у поетапному укладанні цегли на розчин з обов'язковим дотриманням перев'язки швів. Процес кладки виконується горизонтальними рядами, із систематичним контролем за вертикальністю та горизонтальністю за допомогою спеціальних інструментів, таких як рівень і висок. Товщина горизонтальних швів зазвичай становить 10-12 мм, а вертикальних – близько 10 мм. Розчин рівномірно розподіляється по поверхнях, щоб забезпечити повне заповнення швів і міцність конструкції [30].

Організація робіт вимагає раціонального поділу обов'язків серед працівників. Зазвичай ланка мулярів складається з робітників різних розрядів і підсобного персоналу, який відповідає за постачання матеріалів безпосередньо до місця виконання робіт. Робочий процес організується потоковим методом із розбивкою фронту на захватки, що сприяє підвищенню продуктивності праці та забезпеченню безперервності виконання завдань.

Протягом виконання кладки здійснюється постійний контроль якості. Перевіряються геометричні параметри стін, правильність перев'язки швів і міцність розчину. Особлива увага приділяється облаштуванню вузлів примикання, кладці кутів та місць для встановлення перемичок [30].

4.5 Інструменти і пристосування для цегляної кладки

Виконання цегляної кладки є складним технологічним процесом, що вимагає застосування спеціалізованих ручних інструментів та допоміжних пристроїв. Центральним інструментом у роботі муляра виступає кельма, за допомогою якої здійснюється нанесення і рівномірний розподіл розчину. Для коригування розмірів і форми цегли застосовуються молотки-кирочки, які

забезпечують точність при підгонці елементів. Контроль якості та відповідності геометричних параметрів кладки здійснюється із застосуванням таких інструментів, як будівельні рівні, виски, рулетки та порядовки. Ці пристрої дозволяють не лише гарантувати точність виконання робіт, а й дотримання нормативів у процесі спорудження конструкцій [30].

Організація робочого місця для муляра передбачає використання риштувань, підмостів та інвентарних огорожень, що забезпечують безпеку праці. Подача будівельних матеріалів, зокрема цегли та розчину, виконується із залученням кранового обладнання та підйомників.

Запровадження сучасних технологій, професійного інструментарію та допоміжних механізмів сприяє значному підвищенню продуктивності праці, зниженню ресурсоємності процесів і формуванню високоякісної цегляної кладки, що відповідає технічним та естетичним вимогам [30].

4.6 Вибір монтажного крана

Монтаж середньоповерхової будівлі здійснюється за допомогою баштового крана. Процес вибору крана проходить у два етапи: спочатку оцінюється його технічний потенціал, а остаточний вибір проводиться після техніко-економічного аналізу кількох моделей.

Під час визначення крана на основі технічних характеристик враховуються такі параметри, як поверховість споруди, маса найважчих конструктивних елементів, дальність охоплення і довжина стріли [31].

Основні критерії відбору крана за технічними показниками включають:

- вантажопідйомність;
- висоту підйому вантажного гака;
- довжину стріли.

Під вантажопідйомністю мається на увазі загальна маса найважчого елемента конструкції будівлі з урахуванням ваги захоплювальних пристроїв.

$$Q = q \times k_m,$$

де q – маса найважчої конструкції будівлі (плита перекриття),

k_M – коефіцієнт, що враховує масу захоплювальних пристосувань, = 1,12.

$$Q = 2,6 \times 1,12 = 2,91 \text{ т} \quad (4.10)$$

Висота підйому вантажного крана:

$$H_{кр} = H_M + H_{ел} + h_3 + H_{стр} \quad (4.11)$$

де H_M – рівень монтажної відмітки, на яку монтують елемент по головки рейки підкранової колії, м;

$H_{ел}$ – висота елемента, який монтується;

h_3 – висота над рівнем монтажу, на яку потрібно підняти елемент для безпечного пронесення над раніше змонтованими конструкціями (приймають 0,3-0,1 м);

$H_{стр}$ – висота стропування, тобто відстань від верху елемента, який монтується, до гаку крана (1,5-2,0 м).

$$H_{кр} = 16,2 + 0,22 + 1 + 1,5 = 18,92 \text{ м} \quad (4.12)$$

Висота стріли крану:

$$L_{max} = a/2 + x + d + Ш_{зд} \quad (4.13)$$

де a – ширина колії,

x – відстань від стін будівлі до середини найбільш виступаючого елемента будівлі,

d – відстань між краном та будівлею, яка зводиться.

$$L_{max} = 3 + 2 + 3 + 26 = 34 \text{ м.}$$

$$H_{кр} = 18,92 \text{ м.}$$

$$L_{max} = 34 \text{ м.}$$

$$Q = 2,91 \text{ т.}$$

Висновок: на основі технічних показників, а також довідника по будівельним кранам, обираємо кран: МКГ-25БР з параметрами: $Q = 25 \text{ т}$, $L_{max} = 25 \text{ м}$, $H_{кр} = 18,5 \text{ м}$.

Таблиця 4.4 – Технічні характеристики гусеничного крану МКГ-25БР

Макс. вантажопідйомність (т.)	25
Максимальний вантажний момент, тм.	125
Максимальний виліт (м.)	25
Вантажопідйомність на максимальному вильоті (т.)	6
Виліт при максимальній вантажопідйомності (м.)	2,5
Макс. висота підйому гака	70,6
Задній габарит (м.)	4,38
Маса крана (т.)	40,1
Маса противаги	5,6
Споживана потужність, кВт	79,5

4.7 Календарний графік проведення робіт

Календарний графік є ключовим елементом технологічної карти, що визначає послідовність і тривалість виконання робіт. Його створення базується на врахуванні таких факторів, як обсяги кладки, склад робочої бригади, рівень механізації та специфічні умови виконання будівельних процесів.

У графіку детально відображаються часові межі виконання робіт, встановлюються строки для окремих етапів і показуються їхній взаємозв'язок. Зазвичай кладка стін здійснюється ярусами або захватками, що дозволяє ефективно поєднувати її з паралельними процесами, як-от монтаж перекриттів чи прокладання інженерних мереж [30].

На графіку проведення робіт ілюструються тривалість, порядок та узгодженість основних і допоміжних операцій, пов'язаних зі зведенням будівлі. Для багатоповерхових споруд календарний графік зазвичай розробляється для зведення одного окремого поверху. Це здійснюється на основі раніше визначеного обсягу робіт і підрахованих трудових витрат. Вибір марки механізмів і визначення кількості необхідних працівників відбувається з огляду на прийняті технології виконання будівельних

операцій. Під час розробки графіка враховується поділ будівлі на захватки, ділянки та яруси [30].

Комплексний календарний графік має забезпечувати відображення [30]:

- хронології та строків виконання будівельно-монтажних робіт, монтажу обладнання та його випробувань;
- послідовності й термінів забезпечення робіт матеріально-технічними ресурсами, передання у монтаж обладнання, приладів та кабельної продукції;
- строків передачі готової продукції замовнику після завершення індивідуальних випробувань змонтованого обладнання та підготовки до комплексного тестування.

4.8 Техніко-економічні показники

1. Витрати праці на весь обсяг роботи:

$$233,64 \text{ люд.зм.} \quad (4.13)$$

2. Витрати праці на прийняту од. виміру:

$$q = 131,18/258,6 = 0,507 \text{ м}^3 \quad (4.14)$$

3. Вироблення на бригаду мулярів в зміну:

$$258,6/22 = 11,75 \text{ м}^3 \quad (4.15)$$

4. Вироблення на 1 робочого:

$$258,6/131,18 = 1,97 \text{ м}^3 \quad (4.16)$$

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1 Законодавство України в області охорони праці та промислової безпеки при виконанні цегляної кладки

Система забезпечення охорони праці під час виконання цегляної кладки стін в Україні спирається на широкий комплекс законодавчих і нормативно-правових актів, спрямованих на створення безпечних умов у будівельній галузі. Через високу небезпеку, пов'язану з виконанням кам'яних робіт, особливий акцент робиться на забезпеченні безпеки на кожному етапі процесу – від проектування до фіналу робіт.

Основою законодавчого регулювання є Закон України «Про охорону праці» [33], який визначає правові та організаційні принципи створення безпечного робочого середовища. Відповідно до його положень, роботодавець зобов'язаний забезпечити такі умови праці, які відповідають встановленим стандартам. Це включає впровадження ефективної системи управління охороною праці, обов'язкове навчання та проведення регулярних інструктажів працівників. Крім того, роботодавець мусить надавати співробітникам засоби індивідуального захисту та здійснювати постійний контроль за дотриманням вимог безпеки.

У контексті будівництва ключовим нормативним документом є ДБН А.3.2-2-2009 «Охорона праці і промислова безпека в будівництві» [32]. Він окреслює конкретні правила організації та проведення будівельно-монтажних робіт. Згідно з цими нормами, процес виконання цегляної кладки має базуватися на затверджених технологічних картах, які передбачають безпечні методи виконання кожної операції.

Одним із важливих пунктів є вимога щодо облаштування будівельних майданчиків. Вони повинні бути обгороджені периметральною огорожею заввишки щонайменше 2 м. Контроль доступу на територію будівництва є обов'язковим, а стороннім особам забороняється входити в зони проведення робіт. Особлива увага приділяється забезпеченню належного стану проходів і проїздів: вони мають бути вільні від перешкод, а їх ширина – достатньою для

безпечного пересування людей і техніки. Нормативний документ ДБН А.3.1-5:2016 «Організація будівельного виробництва» [30] регламентує вимоги щодо розміщення тимчасових споруд, місць для зберігання матеріалів та транспортних шляхів. Для кам'яних робіт ці аспекти є надзвичайно важливими, адже неправильне розташування матеріалів може створити ризик перевантаження конструкцій або призвести до небезпечних ситуацій на майданчику. Технологічні критерії виконання кам'яної кладки встановлюються документом ДБН В.2.6-162:2010 «Кам'яні та армокам'яні конструкції» [34]. У цьому нормативі прописані вимоги до якості матеріалів, методів виконання робіт і системи контролю за їх якістю.

Додатковий акцент робиться на дотриманні санітарно-гігієнічних норм, які регулюють допустимі рівні шуму, утворення пилу та інших несприятливих чинників. Ці стандарти також визначають гранично допустимі концентрації шкідливих речовин у повітрі робочої зони і максимально дозволений рівень фізичних навантажень для працівників.

Загалом законодавча база України встановлює чіткі вимоги для організації і виконання робіт з цегляної кладки. Їх дотримання дозволяє забезпечити належний рівень безпеки, мінімізувати ризики травматизму і зберігати здоров'я працівників у процесі роботи.

5.2 Аналіз умов праці та виявлення потенційних небезпек при виконанні цегляної кладки

Умови праці при виконанні цегляної кладки стін належать до категорії складних і потенційно небезпечних. Це зумовлено поєднанням ручної праці, застосуванням технічних механізмів, роботою на висоті та впливом зовнішніх факторів довкілля. Згідно з вимогами ДБН А.3.2-2-2009 «Охорона праці і промислова безпека в будівництві» [32], організація робочих місць має забезпечувати безпеку виконання робіт і мінімізувати ризики від небезпечних чинників.

Робочий процес муляра супроводжується постійною зміною просторового положення, оскільки висота робочої зони поступово збільшується у міру зведення кладки. Спочатку роботи проводяться на рівні землі, однак із підйомом кладки з'являється потреба у використанні риштувань чи підмостів, що підвищує ймовірність падіння працівників або матеріалів [32].

Важливу роль відіграють умови подачі будівельних матеріалів. Цеглу та розчин доставляють вантажопідіймальними засобами або вручну, що супроводжується ризиком падіння вантажів, неправильного складування матеріалів та перевантаження робочих платформ. Відповідно до нормативних вимог, піддони з цеглою потрібно встановлювати на рівному ґрунті, надійно закріплювати й розташовувати так, щоб уникнути їх зсувів чи перекидання.

Організація робочого простору потребує особливої уваги. За чинними нормами ширина робочого настилу має бути не меншою за 1,5 м, що гарантує безпечне переміщення персоналу та зручне розташування матеріалів. При цьому будь-які зазори чи нерівності на настилі можуть спричинити травмування [32].

На умови праці також суттєво впливають кліматичні чинники. Роботи можуть виконуватися як влітку, так і взимку, при цьому працівники піддаються впливу високих або низьких температур. У спекотну погоду можливий тепловий удар, тоді як узимку – переохолодження організму. До того ж опади, як-от дощ і сніг, роблять робочі поверхні слизькими і підвищують небезпеку падінь.

Ще одним важливим аспектом є інтенсивність фізичного навантаження. Цегляна кладка передбачає значну фізичну діяльність: піднімання та перенесення матеріалів, працю з розчином та тривале перебування у зігнутій або незручній позі. Це може спричиняти швидку втому. Згідно з санітарними нормами, гранична маса вантажу для ручного підйому не повинна перевищувати 50 кг для чоловіків за умови короткочасного навантаження [32].

Також необхідно враховувати показники освітлення на робочих місцях. Недостатнє освітлення створює передумови для помилок і випадкового травмування персоналу. Нормативи вимагають забезпечення достатнього рівня освітленості для чіткого бачення робочої поверхні та інструментів. Отже, детальний аналіз умов праці дозволяє визначити основні ризики та розробити ефективні заходи, що забезпечать безпечну й комфортну організацію процесу виконання цегляної кладки.

5.3 Аналіз небезпечних і шкідливих факторів при виконанні цегляної кладки

Процес виконання цегляної кладки пов'язаний із впливом низки небезпечних і шкідливих факторів, які можуть загрожувати здоров'ю та безпеці працівників. Виявлення, аналіз і оцінка цих ризиків детально описана в ДБН А.3.2-2-2009 «Охорона праці і промислова безпека в будівництві» [32].

Одним із ключових небезпечних факторів є падіння працівників з висоти. Ця загроза є однією з найпоширеніших у будівельній галузі. Вона виникає під час роботи на риштуваннях, підмостях або безпосередньо на конструкціях будівлі. Недостатнє або пошкоджене огороження значною мірою збільшує ризик нещасних випадків.

Ще однією серйозною загрозою є падіння різноманітних предметів і матеріалів. У процесі кладки це можуть бути цегла, інструменти чи елементи будівельних конструкцій, що створює небезпеку для осіб, котрі перебувають у зоні робіт. Для мінімізації цього ризику необхідно використовувати захисні козирки та огороження [32].

Особливу небезпеку становить робота з вантажопідіймальними механізмами. Під час переміщення вантажів за допомогою кранів існує ризик падіння вантажу або його неконтрольованого руху. Правила техніки безпеки категорично забороняють присутність людей у зоні, де проводиться транспортування вантажів.

До шкідливих факторів належить також запиленість повітря. Використання цементно-піщаних розчинів супроводжується виділенням пилу, котрий негативно впливає на органи дихання людей. З метою зниження концентрації пилу варто застосовувати засоби індивідуального захисту, такі як респіратори [32].

Шум та вібрація також мають негативний вплив на працівників. Ці фактори виникають при експлуатації будівельного обладнання та можуть стати причиною розвитку професійних захворювань. Для запобігання порушенням здоров'я важливо контролювати рівень шуму, а за необхідності використовувати засоби захисту органів слуху.

Окремо слід згадати фізичні навантаження. Тривала і важка фізична праця сприяє перевтомі, через що концентрація уваги працівників знижується, що, своєю чергою, може підвищити ризик отримання травм [32].

Таким чином, всебічний аналіз небезпечних і шкідливих факторів дозволяє виявити критичні ризики й розробити ефективні заходи щодо їх попередження, забезпечуючи безпечні умови праці для співробітників будівельної галузі.

5.4 Небезпечні зони при виконанні цегляної кладки

Під час виконання цегляної кладки стін на будівельному майданчику виникають небезпечні зони, які характеризуються підвищеним ризиком травмування працівників. Згідно з положеннями ДБН А.3.2-2-2009 «Охорона праці і промислова безпека в будівництві» [32], ідентифікація та маркування таких зон є невід'ємним аспектом організації будівельних робіт.

Однією з найважливіших є зона ймовірного падіння предметів із висоти. Вона утворюється вздовж периметра будівлі, де виконуються кладкові операції. Ширина цієї зони залежить від висоти споруди і зазвичай становить щонайменше 0,3 її висоти, але не менше 6–7 метрів. У межах цієї зони перебування сторонніх осіб категорично забороняється. Для забезпечення

безпечних умов роботи необхідно встановити захисні огороження або козирки.

Додаткову увагу слід приділяти зонам під риштуваннями та підмостями, які також є потенційно небезпечними. У цих місцях висока ймовірність падіння будівельного інструменту, цегли або інших предметів. Для мінімізації ризиків необхідно забезпечити суцільність настилів, виключити наявність щілин і обладнати їх бортовими дошками висотою не менше 150 мм [34].

Особливо небезпечною є зона роботи вантажопідіймальних механізмів. Під час транспортування матеріалів за допомогою кранів виникають ризики падіння вантажів або їх неконтрольованого переміщення. Межі такої зони обчислюються, виходячи з радіуса дії крана, та включають додаткову безпечну відстань, яка складає не менше 5–7 метрів.

Зони поблизу країв стін, що зводяться, становлять окрему небезпеку. У разі відсутності належного огороження існує ризик падіння працівників. Згідно з чинними нормативами, всі відкриті краї необхідно забезпечити огороженнями висотою щонайменше 1,1 метра [34].

До потенційно небезпечних місць також належить зона складування будівельних матеріалів. Зокрема, піддони з цеглою повинні розташовуватися на відстані не менше 0,5 метра від краю перекриттів. Крім того, їх необхідно надійно фіксувати для запобігання можливим зрушенням. Таким чином, коректне визначення меж і організація небезпечних зон суттєво сприяє мінімізації ризиків травматизму при здійсненні робіт із цегляної кладки на будівельних майданчиках.

5.5 Заходи щодо усунення небезпечних і шкідливих факторів

Забезпечення безпеки під час виконання робіт із цегляної кладки є ключовою умовою ефективного та безпечного будівельного процесу. Досягнення цієї мети можливе через реалізацію системи організаційних,

технічних і санітарно-гігієнічних заходів, які, повинні бути передбачені ще на етапі планування.

Одним із визначальних аспектів є належна організація робочого місця, що включає облаштування рівних і міцних настилів зі стандартною шириною не менш ніж 1,5 метра. Настили мають бути обладнані захисними огороженнями та бортовими дошками, а використання нестійких або несправних конструкцій суворо заборонене [33].

Вагомим фактором підвищення безпеки є автоматизація технологічних процесів. Постачання будівельних матеріалів, таких як цегла чи будівельний розчин, має здійснюватися за допомогою спеціалізованої техніки. Це дозволяє не лише скоротити фізичну навантаження на працівників, але й мінімізувати ризик виникнення небезпечних ситуацій.

Обов'язковим елементом забезпечення безпеки є використання персоналом засобів індивідуального захисту. Працівники обов'язково мають бути екіпіровані захисними касками, рукавицями, спеціальним взуттям, а також страхувальними ременями у випадках виконання робіт на висоті. Систематичний контроль за використанням такого обладнання здійснюється відповідними службами підприємства [33].

До важливих організаційних аспектів належить забезпечення безпечного переміщення працівників. Робочі проходи повинні бути безперешкодними, очищеними від непотрібних предметів, освітленими відповідно до нормативних вимог і мати належну ширину для комфортного пересування.

На особливу увагу заслуговує навчання працівників і проведення регулярних інструктажів з охорони праці. Перед початком виконання робіт кожен співробітник має пройти інструктаж та засвоїти положення технологічної карти, яка регламентує порядок виконання завдань [33].

Невід'ємною складовою системи безпеки є контроль за дотриманням відповідних норм. Інженерно-технічний персонал виконує систематичний огляд стану робочих ділянок, технічного устаткування та засобів індивідуального захисту.

6. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

6.1 Загальні положення та мета розрахунку

У рамках розробки економічної складової дипломного проекту особлива увага приділяється аналізу трудових витрат та формуванню фонду заробітної плати для здійснення будівельно-монтажних робіт. Здійснення зазначених розрахунків забезпечує можливість ретельної оцінки ресурсоемності проекту, визначення оптимальної чисельності робітників, а також встановлення пропорції витрат на оплату праці у загальному кошторисі будівельного процесу.

Трудомісткість посідає ключове місце серед техніко-економічних параметрів проекту, адже вона істотно визначає як тривалість виконання будівельних робіт, так і ефективність їх організації, що, у свою чергу, впливає на загальну рентабельність прийнятих проектних рішень. Уточнення фонду заробітної плати дає змогу прогнозувати фінансові витрати, пов'язані із використанням трудових ресурсів, що є важливим аспектом економічного планування.

Процедура розрахунку ґрунтується на нормативах трудових витрат, викладених у Єдиних нормах і розцінках (ЄНіР), а також регламентується положеннями державного стандарту України ДСТУ Б Д.1.1-1:2013 «Кошторисні норми України» [35]. Зазначений стандарт встановлює правила визначення вартості будівництва, включно із обов'язковим врахуванням витрат на оплату праці.

6.2 Вихідні дані та їх обґрунтування

Для проведення розрахунків використовуються обсяги робіт, визначені на основі архітектурно-будівельних креслень об'єкта. У перелік робіт входять:

- цегляна кладка стін – 258,6 м³;
- монтаж плит перекриття – 106 шт;
- установка сходових маршів і площадок – 6 шт.

Зазначені обсяги є базовими параметрами, від яких залежить розрахунок трудових витрат. Вони визначені шляхом підрахунку геометричних характеристик конструкцій (площа, товщина, кількість елементів) і трансформовані у відповідні одиниці виміру згідно з чинними нормативами.

Для обчислення трудомісткості використовуються стандартні значення, що встановлюють необхідні витрати праці на виконання одиниці роботи. Ці норми враховують технологічний процес, складність виконання та рівень використання механізованих засобів [35].

Прийняті нормативи:

- для цегляної кладки – 2,8 люд.-дні/м³;
- для монтажу плит перекриття – 0,35 люд.-дні/шт;
- для установки сходових конструкцій – 1,2 люд.-дні/шт.

Ці показники мають усереднене значення та відповідають типовим умовам виконання будівельних робіт.

6.3 Розрахунок трудомісткості окремих видів робіт

Цегляна кладка. Трудомісткість визначається шляхом множення обсягу робіт на нормативний час:

$$T_1 = V \times t_n \quad (6.1)$$

Цей метод використовується, оскільки норматив визначає, скільки трудових ресурсів потрібно для виконання одиниці робіт (1 м³ кладки).

$$T_1 = 258,6 \times 2,8 = 724,08 \text{ люд.-днів}$$

Отриманий результат свідчить про те, що для виконання цегляної кладки заданого обсягу знадобиться орієнтовно 724 людино-дні праці. Висока трудомісткість процесу пояснюється складністю операцій, значною кількістю виконуваних завдань та переважно ручним характером роботи.

Монтаж плит перекриття. Процес розрахунку для проведення монтажних робіт здійснюється за аналогічним підходом, проте в якості одиниці

виміру приймається кількість виробів. Формула для визначення трудовитрат має наступний вигляд:

$$T_2 = N \cdot t_n \quad (6.2)$$

Підставляючи відповідні значення у формулу, отримуємо:

$$T_2 = 106 \cdot 0,35 = 37,1 \text{ люд.-дні.}$$

Низький рівень трудомісткості цього процесу, порівняно з іншими будівельними роботами, зокрема кладкою, пояснюється високим ступенем механізації робіт. Монтаж плит перекриття виконується із застосуванням кранового обладнання, що суттєво спрощує і пришвидшує виконання завдань.

Монтаж сходових маршів та площадок. Обсяг трудових витрат для цього етапу становить:

$$T = 6 \times 1,2 = 7,2 \text{ люд.-днів}$$

Цей показник є найменшим через невеликий обсяг робіт, хоча монтаж сам по собі є технологічно складним процесом, що вимагає високої точності виконання.

Загальна трудомісткість обчислюється як сума витрат праці на всі види робіт:

$$T_{\text{заг}} = T_1 + T_2 + T_3 \quad (6.3)$$

$$T_{\text{заг}} = 724 + 37 + 7 = 768 \text{ люд.-днів}$$

Для більш глибокого аналізу цей показник конвертується у людино-години:

$$768 \times 8 = 6144 \text{ люд.-год.}$$

Це дозволяє точніше оцінити реальні витрати робочого часу.

Визначення чисельності працівників є необхідним етапом для оптимального формування бригади та ефективного планування організаційних заходів щодо виконання робіт. Розрахунок проводиться за допомогою відповідної математичної моделі.

Формула для визначення чисельності працівників має вигляд:

$$N = T_{\text{заг}} / t \quad (6.4)$$

де t – тривалість виконання робіт у робочих днях;

$T_{\text{заг}}$ – загальна тривалість робочого процесу, визначена на підставі специфіки завдань.

Як приклад, за орієнтовним значенням тривалості робіт, що становить 30 днів:

$$N = 768 / 30 \approx 25,6.$$

Одержаний результат округлюється до найближчого більшого цілого числа, таким чином, для виконання завдання в установленій термін потрібно залучити 26 працівників. Цей підхід дозволяє забезпечити своєчасне завершення робіт із дотриманням організаційних і технічних вимог.

6.4 Розрахунок фонду заробітної плати

Фонд заробітної плати розраховується для визначення фінансових витрат, пов'язаних із оплатою праці працівників.

Основна заробітна плата обчислюється за формулою:

$$ЗП_{\text{осн}} = T_{\text{заг}} \cdot З_{\text{дн}} \quad (6.5)$$

де: $T_{\text{заг}}$ – загальна кількість відпрацьованих днів (у прикладі: 768 днів),

$З_{\text{дн}}$ – середня денна заробітна плата.

Прийнято: середня денна заробітна плата = 1000 грн/день.

$$ЗП_{\text{осн}} = 768 \cdot 1000 = 768\,000 \text{ грн}$$

Додаткові нарахування. До основної заробітної плати додаються обов'язкові нарахування, які включають:

- єдиний соціальний внесок (ЄСВ) – 22%;
- премії та доплати – орієнтовно 10%.

Для врахування всіх додаткових витрат використовується коефіцієнт 1,32.

Розрахунок повної заробітної плати:

$$ЗП_{\text{осн}} = 768\,000 \cdot 1,32 = 1\,013\,760 \text{ грн}$$

Таким чином, повний фонд заробітної плати становить 1 013 760 грн.

6.5 Аналіз структури трудових витрат

Аналіз структури трудових витрат є ключовим елементом оцінки ефективності організації будівельних робіт, адже він дозволяє виявити найбільш ресурсоємні етапи процесу та визначити напрями для оптимізації [36].

Згідно з проведеними розрахунками, загальна трудомісткість будівельно-монтажних робіт складає 768 людсько-днів. При цьому розподіл витрат має значну нерівномірність:

- цегляна кладка – 724 люд.-дні (приблизно 94%);
- монтаж плит перекриття – 37 люд.-днів (приблизно 5%);
- монтаж сходових конструкцій – 7 люд.-днів (близько 1%).

Такий дисбаланс свідчить про те, що процес зведення стін є найбільш трудозатратним і визначає загальну ресурсоємність реалізації проєкту.

Висока трудомісткість цегляної кладки обумовлена специфікою технологічного процесу, що потребує використання дрібноштучних матеріалів. Виконання кладки включає численні повторювані операції: нанесення розчину, встановлення кожної цеглини, перевірка точності геометрії кладки, заповнення швів. Значну роль відіграє також ручний характер робіт, що обмежує можливість автоматизації і підвищення продуктивності праці [36].

Додатковим чинником є кваліфікація робітників. Низький рівень професійної підготовки може спричиняти уповільнення роботи та зниження її якості. Це, своєю чергою, веде до збільшення витрат на корекцію допущених помилок у ході виконання кладки.

У той час як цегляна кладка характеризується значною трудомісткістю, монтаж плит перекриття та сходових конструкцій споживає набагато менше трудових ресурсів. Причиною цього є високий ступінь механізації даних операцій, зокрема використання вантажопідіймальних механізмів для переміщення й встановлення елементів. Роль робітників на цих етапах є в основному допоміжною і полягає в таких завданнях, як стропування, наведення й закріплення конструкцій [36].

На підставі отриманих даних можна зробити висновок, що підвищення економічної ефективності будівництва в першу чергу залежить від оптимізації процесу кладки стін. Цього можна досягти завдяки використанню інноваційних матеріалів, впровадженню сучасних технологій або більш широкому застосуванню механізованих засобів для виконання операцій.

6.6 Економічне значення отриманих результатів

Економічне значення отриманих результатів розрахунків трудомісткості та фонду оплати праці є вагомим, оскільки вони дають змогу комплексно оцінити вплив трудових ресурсів на загальну вартість будівельного процесу та визначити ефективні шляхи оптимізації витрат [37].

Перш за все, слід відзначити, що фонд оплати праці, який становить близько 1,01 млн грн, є суттєвою складовою у структурі загальних витрат на зведення будівельних конструкцій. Це свідчить про те, що витрати на працю грають ключову роль у формуванні собівартості будівельної продукції.

Високий рівень трудомісткості робіт справляє прямий вплив на тривалість будівництва. Чим більший обсяг трудових витрат, тим більше часу потрібно для виконання запланованих робіт у разі обмежених ресурсів праці. Це, своєю чергою, збільшує непрямі витрати, такі як підтримка інфраструктури будмайданчика, витрати на оренду техніки чи обладнання, а також адміністративні видатки [37].

Крім того, підвищена трудомісткість робіт потребує залучення значної кількості працівників. Це ускладнює організацію будівельного процесу, висуває додаткові вимоги до менеджменту кадрових ресурсів і може призводити до зниження загальної продуктивності через можливі збої в координації дій.

Не менш важливою є можливість використання отриманих результатів для проведення порівняльного аналізу різних конструктивних рішень. Наприклад, цегляна кладка, що відзначається високою трудомісткістю, може виявитися менш привабливим варіантом порівняно з альтернативними

матеріалами, які дозволяють відчутно скоротити витрати праці без суттєвого зниження якості будівництва [37].

Таким чином, результати розрахунків слугують важливим аналітичним інструментом для оцінювання поточних витрат і формування стратегічних рішень щодо впровадження передових технологій. Вони сприяють зниженню трудомісткості робіт, оптимізації організаційної структури виробництва та скороченню термінів реалізації проекту.

Висновок

На основі проведених розрахунків трудомісткості та витрат на оплату праці встановлено, що для виконання заданого обсягу будівельно-монтажних робіт необхідні значні людські та фінансові ресурси. Загальна трудомісткість становить 768 людино-днів, що еквівалентно 6144 людино-годинам, а загальний фонд оплати праці складає приблизно 1,01 млн грн.

Детальний аналіз показав, що лєвова частка трудових затрат – близько 94% загальної трудомісткості – припадає на цегляну кладку стін. Це вказує на її вирішальну роль у формуванні загальних економічних характеристик проекту.

Значна трудомісткість процесу кладки безпосередньо впливає на збільшення тривалості виконання робіт, підвищує витрати на оплату праці й ускладнює організацію будівельного процесу. Як наслідок, це призводить до зростання загальної вартості об'єкта та зменшення загальної економічної ефективності будівництва.

Водночас встановлено, що монтаж перекриттів і сходових конструкцій потребує значно менших зусиль завдяки використанню механізованих технологій. Це підтверджує раціональність й актуальність збільшення рівня механізації як ключового напрямку для скорочення затрат і оптимізації будівельного процесу в цілому.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Історія нашого Харкова. URL: https://allkharkov.ua/about_khar/history.html
2. Від козацького поселення – до великого промислового, культурного та наукового центру URL: <https://ppr.kharkiv.ua/ru/kharkov-historical-note>
3. Історія та архітектура Харкова. URL: <https://www.kharkov.ua/culture/1.html>
4. Про Харків! URL: <https://www.park.in.ua/information/kharkov>
5. Харківська міська рада. URL: <https://www.city.kharkiv.ua/uk/>
6. Заява про стратегічну екологічну оцінку генплану Харкова. URL: <https://www.city.kharkov.ua/uk/document/zayava-pro-viznachennya-obsyagu-strategichnoi-ekologichnoi-otsinki-proektu-vnesennya-zmin-do-generalnogo-planu-m-kharkova-64043.html>
7. Про затвердження генерального плану м. Харкова до 2026 р. URL: <https://reestr.kharkiv.rocks/194410>
8. Генплан розвитку Харкова – стратегічний документ. URL: <https://infocity.kharkiv.ua/obshchestvo/henplan-rozvytku-kharkova-stratehichnyj-dokument-ihor-terekhov/>
9. Генплан Харкова: розвиток житлового фонду. URL: <https://stroyobzor.ua/ru/kharkov/news-city/genplan-kharkova-plani-mista-schodo-zhitlovogo-fondu>
10. Новий генеральний план Харкова (відбудова міста). URL: <https://hmarochos.kiev.ua/2022/06/21/zelene-misto-z-industrialnym-czentromnorman-foster-ta-vlada-mista-rozroblyayut-genplan-harkova/>
11. Генплан та підземні простори міста. URL: <https://infocity.kharkiv.ua/obshchestvo/henplan-rozvytku-kharkova-peredbachaie-nazemni-ta-pidzemni-prostory-ihor-terekhov/>
12. План зонування території (зонінг) міста Харкова. URL: <https://reestr.kharkiv.rocks/624065>

13. Програма комплексного відновлення території Харкова (розділ про зонінг). URL: <https://e-construction.gov.ua>

14. Правила забудови м. Харкова URL: <https://reestr.kharkiv.rocks/407262>

15. Юхно А.С. Комплексний план як основа управління земельними ресурсами та розвитку територій населених пунктів / А.С. Юхно // Вісник ХНАДУ, вип. 109, 2025, С.139-144. URL: <https://bulletin.khadi.kharkov.ua/article/view/336102>

16. Основи вертикального планування URL: <https://buklib.net/books/35807/>

17. Чепурна С. М. Інженерне обладнання та вертикальне планування ландшафтних об'єктів : конспект лекцій для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти зі спеціальності 20 – Аграрні науки та продовольство / С. М. Чепурна ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2023. – 50 с.

18. Інженерна підготовка міських територій. Вертикальне планування території групи житлових будинків : методичні вказівки до виконання практичних занять та виконання курсового проєкту / уклад.: О. В. Приймаченко та інш. – Київ : КНУБА, 2022. – 32 с.

19. ДБН Б.2.2-12:2019. Планування та забудова територій. – Чинний від 01.10.2019. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2019. – 183 с.

20. Проектування прибудинкових територій. URL: https://jurliga.ligazakon.net/news/205471_proektuvannya-pribudinkovikh-teritory-shcho-potrbno-vrakhuvati

21. Озеленення та вимоги до насаджень. URL: https://dbn.co.ua/publ/tekhnika/vybor_tekhniki_dlja_ukhoda_za_gazonami/39-1-0-1491

22. Проектування міських територій : підручник. ч.1 / [за ред. В. Т. Семенова, І. Е. Линник] ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. – 449 с. (Серія «Міське будівництво та господарство»).

23. Проектування міських територій: підручник: [у 2 ч.] / [за ред. І. Е. Линник, О. В. Завального]; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. – Ч. II. – 544 с. (серія «Міське будівництво та господарство»).

24. Планування міст і транспорт : навч. посібник / О. С. Безлюбченко, С. М. Гордієнко, О. В. Завальний; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2021. – 271 с.

25. ДБН В.2.2-3:2018 Будинки і споруди. Заклади освіти. Зі Зміною № 1. – Чинний від 01.09.2022. – Київ : Міністерство розвитку громад та територій України, 2022. – 65 с.

26. ДБН В.2.5-64:2012. Внутрішній водопровід та каналізація. Частина I. Проектування. Частина II. Будівництво. Зі Зміною № 1. – Чинний від 01.03.2019. – Київ : Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2019. – 100 с.

27. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. – Чинний від 01.01.2014. – Київ : Мінрегіон України, 2013. – 239 с.

28. ДБН В.2.6-31:2021. Теплова ізоляція будівель – Чинний від 01.05.2017. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2017. – (Державний стандарт України).

29. ДБН В.2.6-98:2009. Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення. Зі Зміною № 1. – Чинний від 01.06.2020. – Київ : Міністерство розвитку та територій України, 2020. – 50 с. – (Державний стандарт України).

30. ДБН А.3.1-5:2016. Організація будівельного виробництва. – Чинний від 01.01.2017. – Київ : Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2016. – 49 с. – (Державний стандарт України).

31. ДБН В.2.6-162:2010. Конструкції будинків і споруд. Кам'яні та армокам'яні конструкції. Основні положення. Зі Зміною № 1. – Чинний від

01.09.2022. – Київ : Міністерство розвитку громад та територій України, 2022. – 103 с. – (Державний стандарт України).

32. ДБН А.3.2-2-2009. Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення. – Чинний від 01.04.2012. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2012. – (Державні будівельні норми України).

33. Закон України «Про охорону праці» від 14.10.1992 № 2694-ХІІ. З останніми змінами, внесеними Законом від 13.12.2022 № 2849-ІХ.

34. ДБН В.2.6-162:2010 Конструкції будинків і споруд. Кам'яні та армокам'яні конструкції. Основні положення. Зі Зміною № 1. – Чинний від 01.09.2022. – Київ : Міністерство розвитку громад та територій України, 2022. – 103 с.

35. Кошторисні норми України. Настанова з визначення вартості будівництва. З урахуванням Змін № 1 - 5. – Чинний від 10.03.2026. – Київ : Міністерство розвитку громад та територій України, – 167 с.

36. Пучкова С., Колев М. Трудові ресурси підприємства: аналіз стану та ефективності використання // Development Service Industry Management. – 2024. с. 245-253.

37. Визначення фонду заробітної плати. URL: <https://buklib.net/books/27985/>