

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
**Національний університет «Запорізька політехніка»**

Факультет будівництва, архітектури та дизайну

(повне найменування інституту, назва факультету)

Кафедра будівельного виробництва та управління проектами

(повне найменування кафедри)

## **Пояснювальна записка**

до дипломного проєкту (роботи)

магістра

(ступінь вищої освіти)

на ТЕМУ ПРОЄКТУВАННЯ БАГАТОПОВЕРХОВОГО БУДИНКУ З  
ВИКОРИСТАННЯМ МОНОЛІТНО-КАРКАСНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ В  
ХАРКІВСЬКІЙ ОБЛАСТІ. DEVELOPMENT OF A MULTI-STOREY  
RESIDENTIAL BUILDING USING MONOLITHIC-FRAME TECHNOLOGY IN  
KHARKIV.

Виконав: студент(ка) 2 курсу, групи БАД-114м

Спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія

(код і найменування спеціальності)

Освітня програма (спеціалізація)

Промислове та цивільне будівництво

Дрига О.А.

(прізвище та ініціали)

Керівник Якімцов Ю.В.

(прізвище та ініціали)

Рецензент \_\_\_\_\_

(прізвище та ініціали)



4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Загальна характеристика об'єкту та містобудівні умови. 2. Архітектурно-будівельний розділ. 3. Розрахунково-конструктивний розділ. 4. Організаційно-технологічний розділ. 5. Охорона праці в будівництві. 6. Науково-дослідний розділ

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) \_\_\_\_\_

Слайди презентації, графічний матеріал 7 аркушів А1 роздруковані на А3 з титульним аркушем та зброшуровані

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконане завдання
1. Архітектурно-будівельний розділ.	Кулік М.В. доцент		
2. Розрахунково-конструктивний розділ.	Кулік М.В. доцент		
3. Організаційно-технологічний розділ.	Кулік М.В. доцент		
4. Охорона праці в будівництві.	Якімцов Ю.В. доцент		
5. Науково-дослідний розділ	Кулік М.В. доцент		
Нормоконтролер	Кулік М.В. доцент		

6. Дата видачі завдання: «12» \_\_\_жовтня\_\_\_ 2025 року.

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту (роботи)	Примітка
1	Загальна характеристика об'єкта.	1 тиждень	Розділ 1
2	Архітектурно-будівельний розділ.	2–4 тижні	Розділ 2
3	Розрахунково-конструктивний розділ	5–6 тижні	Розділ 3
4	Організаційно-технологічний розділ.	9-10 тиждень	Розділ 4
5	Охорона праці в будівництві.	11 тиждень	Розділ 5
6	Науково-дослідний розділ	1 2 - 1 3 тиждень	Розділ 6
7	Нормоконтроль та рецензування	14–15 тижні	
8	Захист роботи.	16 тиждень	

**Студент(ка)**

\_\_\_\_\_ Дрига О.А.

( підпис )

( прізвище та ініціали )

**Керівник проєкту (роботи)**

\_\_\_\_\_ Якімцов Ю.В.

( підпис )

( прізвище та ініціали )

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА ТА МІСТОБУДІВНИХ УМОВ.....	12
1.1. Обґрунтування вибору ділянки будівництва в Харківській області.....	12
1.2. Кліматична характеристика району будівництва.....	15
1.3. Вихідні дані для проектування багатоповерхового житлового будинку.....	16
1.4. Аналіз нормативної бази з проектування монолітно-каркасних будівель.....	18
РОЗДІЛ 2. АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНІ РІШЕННЯ.....	23
2.1. Об'ємно-планувальне рішення житлового будинку.....	23
2.2. Архітектурно-планувальні рішення типового поверху.....	26
2.3. Конструктивна схема будівлі з монолітним каркасом.....	28
2.4. Обґрунтування вибору матеріалів огорожувальних та заповнювальних конструкцій.....	31
2.5. Рішення щодо енергоефективності та інженерного забезпечення будівлі.....	33
РОЗДІЛ 3. РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ РОЗДІЛ.....	38
3.1. Просторова розрахункова схема монолітного каркаса.....	38
3.2. Визначення навантажень та впливів на конструкції будівлі.....	40
3.2.1. Постійні та корисні навантаження.....	40
3.2.2. Снігове навантаження.....	41
3.2.3. Вітрове навантаження.....	41
3.2.4. Комбінації навантажень.....	42
3.3. Розрахунок плит перекриття на міцність і жорсткість.....	42
3.3.1. Розрахункове навантаження.....	43
3.3.2. Розрахунок на міцність.....	43
3.3.3. Перевірка жорсткості.....	44
3.4. Розрахунок колон і ядра жорсткості.....	44
3.4.1. Перевірка міцності колони.....	44
3.4.2. Перевірка ядра жорсткості.....	45

3.5.	Розрахунок фундаментів під колони та стіни.....	45
3.5.1.	Перевірка міцності основи.....	45
3.5.2.	Підбір товщини плити та армування.....	46
3.6.	Конструктивні вимоги до армування елементів монолітного каркаса...	46
РОЗДІЛ 4. ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ.....		50
4.1.	Вибір методів зведення монолітно-каркасної будівлі.....	50
4.2.	Технологічна послідовність виконання робіт із зведення каркаса.....	51
4.3.	Розроблення технологічної карти зведення монолітного каркаса.....	54
4.4.	Розрахунок трудомісткості, потреби в робочій силі та будівельних машинах .....	55
4.5.	Календарне планування будівельних робіт.....	56
4.6.	Розроблення будівельного генерального плану.....	58
РОЗДІЛ 5.....		61
ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....		61
5.1.	Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів на будівельному майданчику.....	61
5.2.	Заходи з охорони праці при виконанні монолітних робіт.....	63
5.3.	Вимоги пожежної безпеки при зведенні житлового будинку.....	64
5.4.	Організація безпечної експлуатації будівельної техніки та механізмів.....	65
5.5.	Дії персоналу в надзвичайних ситуаціях.....	66
РОЗДІЛ 6. НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ ТА/АБО ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ.....		69
6.1.	Постановка наукової задачі та обґрунтування теми дослідження.....	69
6.2.	Огляд сучасних досліджень у галузі монолітно-каркасного житлового будівництва.....	70
6.3.	Порівняльний аналіз конструктивних та технологічних рішень.....	71
6.4.	Оцінка економічної ефективності застосування монолітно-каркасної технології.....	72
6.5.	Узагальнення результатів дослідження та рекомендації до впровадження	
	73	
ВИСНОВКИ.....		75



## ВСТУП

Сьогоднішнє українське житлове будівництво демонструє активне зростання висотних комплексів у густонаселених міських районах, особливо відчутне це у великих містах та обласних центрах. Сучасні будинки повинні відповідати високим стандартам щодо дизайну, комфортності, економії енергії, довговічності та безпечного користування. Серед популярних методів будівництва виділяються монолітно-каркасні структури, які надають широкі можливості для планування простору, зменшують тривалість робіт та сприяють ефективному використанню матеріалів.

Важливість дослідження цієї теми в рамках дипломної роботи визначається потребою в покращенні методик проектування та організації будівництва багатопверхових житлових будинків з монолітним залізобетонним каркасом у Харківській області, яка вирізняється своїми специфічними кліматичними умовами та характеристиками ґрунту.

Робота спрямована на те, щоб обґрунтовано представити та детально розробити комплексні архітектурні, конструктивні, організаційні та технологічні рішення для багатопверхового житлового будинку з монолітним залізобетонним каркасом, розташованого в Харківській області. Цьому процесу мають сприяти вимоги щодо міцності конструкцій, їх стійкості, надійності, енергоефективності та безпечного використання протягом усього терміну служби.

Щоб успішно виконати цю мету, потрібно вирішити наступні ключові завдання: здійснити аналіз містобудівних обмежень, кліматичних факторів та геологічних умов ділянки потенційного будівництва в Харківській області, та на основі цього обґрунтувати оптимальний вибір місця розташування для нового житлового будинку.

Створити об'ємно-планове рішення будівлі, включаючи архітектурно-планувальну концепцію першого та типового поверхів, зважаючи на поточні будівельні норми, що регулюють вплив сонячного світла, природне освітлення,

пожежну безпеку, доступність для людей з обмеженими можливостями та створення комфортних умов проживання.

Обґрунтувати вибір конструктивної схеми будівлі з монолітним залізобетонним каркасом, чітко визначити основні несучі елементи (колонни, балки, плити перекриття, статично жорсткі вузли, фундаментні конструкції) та провести їх розрахунок на дії різних типів навантажень - постійних, довготривалих, короткочасних та екстремальних, відповідно до діючих будівельних норм.

Розробити проєктні рішення для фундаменту, враховуючи характеристики ґрунтового середовища, оцінити просторову стійкість будівлі та забезпечити відповідність нормативним вимогам щодо міцності, стійкості та захисту від появи тріщин у конструкціях.

Розробити організаційно-технологічний план зведення монолітно-каркасного об'єкту: вибрати оптимальний метод виконання робіт, створити поетапний алгоритм реалізації, розробити технологічну картку, розрахувати обсяг робіт, потреби в людських ресурсах, техніці та обладнанні, а також створити часову шкалу робіт та генеральний план будмайданчика.

Провести аналіз умов праці на будівельному майданчику, визначити потенційні небезпечні та шкідливі фактори та розробити систему заходів для забезпечення охорони праці, попередження пожеж та дій у надзвичайних ситуаціях.

Провести дослідницьку та/або економічну оцінку ефективності застосування монолітно-каркасних технологій у сучасних житлових проєктах та сформулювати конкретні рекомендації щодо їхнього використання в умовах Харківщини.

Об'єктом дослідження є багатоповерховий житловий будинок, спроектований з використанням монолітно-каркасної технології в умовах Харківської області.

Предметом дослідження є архітектурно-конструктивні, організаційно-технологічні та експлуатаційні рішення, які гарантують надійність, просторову

жорсткість, енергоефективність і безпечну експлуатацію багатоповерхового житлового будинку з монолітним залізобетонним каркасом.

У процесі виконання магістерської роботи використовувались такі методи дослідження:

1. аналітичні – для систематизації та критичного аналізу нормативних актів, наукових праць та практичного досвіду проектування монолітно-каркасних житлових будівель;

2. розрахункові – для визначення величини навантажень, внутрішніх сил та перевірки міцності, стійкості та опору тріщинам основних конструктивних Єврокоду 2.

3. методи комп'ютерного моделювання – для просторового аналізу монолітного каркасу та оцінки напружено-деформаційного стану конструкцій з використанням професійних елементів відповідно до Державних Будівельних Норм та положень

4. програмних пакетів;

5. економічні методи – для оцінки витрат на будівництво та порівняння ефективності монолітно-каркасної технології з альтернативними конструктивними рішеннями;

6. графічні методи – для візуалізації проєктних рішень у формі креслень, схем, діаграм та інших видів технічної документації.

Наукова новизна роботи проявляється в уточненні методик проектування та організації будівництва монолітно-каркасних житлових будівель з урахуванням геолого-інженерних та кліматичних особливостей Харківщини, у розробці рекомендацій щодо забезпечення просторової жорсткості каркасу, раціонального армування окремих несучих елементів та гармонізації конструктивних та технологічних рішень на етапі будівництва.

Практичне значення отриманих результатів полягає у можливості застосування запропонованих рішень при проектуванні та будівництві нових та реконструкції існуючих житлових будівель, виконаних за монолітно-каркасною

схемою, а також у навчальному процесі підготовки фахівців зі спеціальності «Будівництво та цивільна інженерія».

Структура роботи.

Магістерська кваліфікаційна робота охоплює вступ, шість основних розділів, висновки, список використаних джерел та додатки. Обсяг пояснювальної записки - 80 сторінок, вона містить 25 рисунків, 12 таблиць та 5 додатків.

До графічної частини входять 9 аркушів креслень, зокрема фасади, плани поверхів, розрізи, деталі конструкцій, технологічні схеми, календарний графік робіт та генеральний план будівництва.

## **РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА ТА МІСТОБУДІВНИХ УМОВ**

### **1.1. Обґрунтування вибору ділянки будівництва в Харківській області**

Означення місця розташування для зведення висотного житлового комплексу є надзвичайно важливим кроком у процесі проектування, адже саме особливості забудови, геологічні характеристики ґрунту та погодні умови визначають ефективність планування, міцність споруд, економічність будівництва та довготривале використання цього об'єкту. Відповідно до положень ДБН Б.2.2-12:2019 "Планування і забудова територій", визначення зони для житлової застройки повинне базуватися на даних генерального плану поселення та детальним планам місцевості, враховуючи зручність транспортного сполучення, технічне оснащення та стан природи довкола [1].

Східно-північна частина України охоплює Харківську область, яка вирізняється добре розвинутою мережею перевезень (залізницями, дорогами, повітрям), переважно міським типом населення та великою щільністю промислових об'єктів та освітньо-дослідних установ. Ділянку, призначену для реалізації проєкту, розміщено всередині вже існуючої міської забудови – це узгоджується із принципами ефективного землекористування та компактної міської розбудови, як визначено у ДБН Б.2.2-12:2019 [1]. Відповідно до містобудівного зонування генерального плану, ця територія віднесена до району багатоповерхової житлової забудови, що обґрунтовує можливість будівництва нового багатоквартирного будинку на цій локації [2].

Відповідно до норм ДБН В.2.2-15:2019 "Будинки та споруди. Житлові будинки. Загальні настанови", для житлових кварталів необхідно передбачити відповідність нормативним значенням сонячного освітлення, акустичного комфорту, відстаней до промислових об'єктів, головних шляхів руху транспорту та інших факторів негативного впливу [3]. Оскільки вибраний майданчик знаходиться на безпечній відстані від масштабних виробничих комплексів та

важливих автомобільних трас, це гарантує дотримання встановлених лімітів шуму та рівня забруднення атмосфери. Поряд знаходяться ключові об'єкти соціальної сфери - навчальні заклади, торговельні точки, сервісні служби, громадські озеленені території, що відповідає необхідності створення житлових районів зі всіма умовами для комфортного життя людей [1; 3].

Інженерно-геологічні особливості місцевості мають визначальне значення при виборі ділянки. Згідно з результатами геодезінженерних досліджень, територія характеризується позитивними геологічними параметрами: ґрунт, на якому буде здійснюватися будівництво, складається з лесовидних суглинків та пісків, які володіють достатньою міцністю, а рівень підземних вод розташований нижче глибини, необхідної для фундаментних конструкцій. Також не виявлено жодного з потенційних геологічних ризиків, таких як зсувні явища, карстові процеси чи суфозія [4]. Це дозволяє використовувати стрічковий або плитний тип фундаментів під колонами та стінами каркаса будівлі без потреби у додаткових заходах стабілізації ґрунту, що узгоджується з вимогами ДБН В.1.1-7:2016 щодо запобігання небезпечним геологічним проявам [5].

Територія Харківської області класифікується як регіон із помірною сейсмічною активністю; для значної її частини розраховані амплітуди сейсмічних рухів не сягають 6 балів за шкалою MSK-64. Розробка проєкту будівлі виконується відповідно до положень ДБН В.1.1-12:2014 “Будівництво в сейсмічно неспокійних областях України”, які визначають потребу у забезпеченні просторової міцності та стійкості монолітного каркасу, правильному розміщенні деформаційних стиків та армуванні елементів будівель у сейсмоактивних зонах [6]. Вибрана монолітна каркасно-конструктивна система, що використовується для проєктування, є придатним рішенням для експлуатації в умовах можливих сейсмічних явищ, оскільки вона має високу стійкість до появи тріщин та здатність до перерозподілу сил між окремими компонентами конструкції.

Клімат у Харківській області має помірно континентальний характер, який відзначається холодною зимою та теплим літом. Параметри клімату, такі як

розрахункова мінімальна температура взимку, тривалість періодів із середньою температурою менше та більше нуля градусів, а також величини снігових та вітрових навантажень, беруться до уваги відповідно до стандартів ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 “Будівельна кліматологія” та поточних карт кліматичного районування України [7]. Ці кліматичні фактори диктують вибір теплоізоляційних властивостей зовнішніх конструкцій, типу покрівлі, систем опалення та вентиляції будівлі.

Оптимізація енергоефективності жилого будинку є критично важливим аспектом при виборі земельної ділянки та проектуванні об’ємно-просторової організації будівлі. Як зазначено в ДБН В.2.6-31:2021 «Теплоізоляція та енергоефективність будівель», при проектуванні слід враховувати орієнтування будівлі відносно сторін горизонту, напрямок вітрів, ступінь освітленості сонцем та потенціал використання альтернативних джерел енергії [8].

Розташування ділянки дозволяє орієнтувати довгі фасадні поверхні будівлі таким чином, щоб забезпечити нормативне освітлення помешкань та зменшити втрати тепла протягом зими. На території передбачена можливість розміщення технічних комунікацій (ІТП, трансформаторної підстанції, потенційних площ для сонячних панелей) з дотриманням необхідних санітарних відстаней [1; 8].

Вимоги містобудівної документації та санітарні правила також враховувалися при виборі ділянки щодо забезпечення транспортної доступності та обладнання місць для паркування. Ділянка має зручний виїзд на районні дороги, поряд знаходяться зупинки громадського транспорту, що робить об’єкт доступним для майбутніх мешканців [1]. Для короткочасного паркування легкових автомобілів заплановано створити майданчики на вільних ділянках внутрішнього двору та прилеглих територіях, кількість яких відповідає стандартам ДБН В.2.2-15:2019 щодо забезпечення паркомісць для житлової забудови [3].

На навколишнє середовище ділянки немає негативного впливу на можливість житлової забудови: концентрація забруднюючих речовин у повітрі не перевищує допустимих норм; джерела сильного шуму, вібрацій та

електромагнітного випромінювання поблизу відсутні. Разом з тим, у межах досяжного пішого доступу розташовані громадські зелені зони (парки, алеї), які сприяють створенню приємного мікроклімату в житловій зоні [1; 2].

Таким чином, аналіз містобудівних, геологічних, кліматичних та екологічних факторів показує, що ділянка в Харківській області є придатною та перспективною для розміщення багатопверхового житла з монолітно-каркасною системою. Цей майданчик дозволяє реалізувати сучасні архітектурні та планувальні концепції, відповідає актуальним державним будівельним нормам і створює основу для комфортного та безпечного життєвого простору для майбутніх мешканців [1–3; 5–8].

## **1.2. Кліматична характеристика району будівництва**

Клімат у Харківській області характеризується помірно континентальним типом — з теплим літом та холодною зимою. Середня температура найспекотнішого місяця (липня) складає  $+21^{\circ}\text{C}$ , а найхолоднішого (січня) —  $-6^{\circ}\text{C}$ . Кліматичні дані для проектування будівель обираються відповідно до стандарту ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 «Будівельна кліматологія» [9].

Україна поділена на кліматичні зони, і Харківська область належить до другої температурної зони, другого району за вітровим навантаженням та третього району за сніговим навантаженням [9]. Ці показники враховуються при розрахунку навантажень на конструкції будівлі, а також під час вибору матеріалів для огорожувальних конструкцій та систем теплоізоляції.

1. Розрахункова температура зовнішнього повітря для холодного періоду:  $-22^{\circ}\text{C}$ ;
2. Середня тривалість опалювального періоду: близько 180 діб;
3. Розрахункове снігове навантаження: 1,2 кПа;
4. Розрахунковий тиск вітру: 0,38 кПа;
5. Розрахункова відносна вологість повітря у зимовий період: 84 % [10]

Сонячне випромінювання в регіоні достатнє для забезпечення нормативної освітленості приміщень. Щорічна кількість сонячних годин становить приблизно 1950 годин, що відкриває перспективи використання відновлюваних джерел енергії, зокрема сонячних панелей для часткового забезпечення енергопотреб будинку [11].

Переважає сила вітру спрямована із заходу та півночі, зі середньорічною швидкістю 4–5 м/с. Під час проектування важливо враховувати вплив вітрового навантаження на вертикальні поверхні будівлі (стіни, фасади, балкони), що визначається відповідно до ДБН В.1.2-2:2006 «Навантаження і впливи» [12].

Щороку випадає 520–560 мм опадів, з яких близько 70% припадає на тепле півріччя. Це вимагає створення ефективної системи водозбору з покрівлі та дренажу навколо будівлі, щоб запобігти затопленню основ.

З огляду на кліматичні особливості Харківщини, показники теплозахисту зовнішніх огорожувальних конструкцій (стін, перекриттів, покрівель) розраховуються згідно з ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель» [13]. Для досягнення необхідного опору теплопередачі рекомендується використовувати багат шарові стінові конструкції з мінерально-ватними плитами та енергоефективними склопакетами у віконних отворах.

Отже, кліматичні умови Харківської області є сприятливими для проектування та будівництва житлових будівель. Фактори зовнішнього середовища враховуються при розрахунку навантажень, виборі матеріалів та розробці архітектурно-будівельних та інженерних рішень об'єкта [9–13].

### **1.3. Вихідні дані для проектування багатоповерхового житлового будинку**

Проектування багатоповерхового житлового будинку здійснюється з урахуванням комплексу вихідних даних, що визначають функціональне призначення, параметри та вимоги до об'єкта. До складу таких даних входять:

містобудівні, інженерно-геологічні, архітектурно-планувальні, конструктивні та технологічні характеристики [14].

Основні вихідні дані:

1. Місце будівництва: Харківська область, територія житлової багатоповерхової забудови відповідно до затвердженого детального плану території.

2. Тип будівлі: багатоквартирний житловий будинок із монолітним залізобетонним каркасом, неповними стінами з керамоблоків і навісними фасадами.

3. Поверховість: 12 поверхів.

4. Висота поверху: 3,0 м.

Розрахункові навантаження та впливи визначаються відповідно до ДБН В.1.2-2:2006 «Навантаження і впливи» та включають вагу конструкцій, тимчасові навантаження, снігове, вітрове та температурне навантаження. Межі стану конструкцій визначаються згідно з ДБН В.2.6-98:2009 «Бетонні та залізобетонні конструкції» [16].

Архітектурно-планувальне рішення будівлі гарантує відповідність нормам інсоляції, природного освітлення та аерації квартир, як це визначено у ДБН В.2.2-15:2019 «Житлові будинки. Основні положення» [17]. Планування квартир включає житлові кімнати, кухні, санвузли, допоміжні приміщення та лоджії. Вертикальне сполучення поверхів забезпечується двома маршевыми сходами та ліфтовим вузлом із двома пасажирськими ліфтами вантажопідйомністю 400 і 630 кг.

Вимоги пожежної безпеки до планування будинку, ширини шляхів евакуації та відстаней між сходовими маршами виконуються згідно з ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва» [18]. Зовнішні стіни будуть виконані з негорючих матеріалів групи НГ, а міжповерхові перекриття – з монолітного залізобетону.

Теплозберігаючі та енергоефективні характеристики огорожувальних конструкцій відповідають ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та

енергоефективність будівель» [13]. Нормативний опір теплопередачі зовнішніх стін становить не менше ніж  $3,3 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ , покрівель –  $4,95 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ , віконних конструкцій –  $0,75 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ .

Системи інженерних мереж проєктуються з метою мінімізації енергоспоживання, автоматизації керування системами та забезпечення можливості інтеграції в систему «розумний дім». Експлуатаційна надійність будівлі гарантується дотриманням вимог ДБН А.2.2-3:2014 «Склад та зміст проєктної документації» [19].

Таким чином, вихідні дані визначають комплекс технічних і нормативних параметрів, що забезпечують правильність розроблення проєктної документації та дозволяють гарантувати безпечну, економічно ефективну й енергоощадну експлуатацію житлового будинку [14–19].

#### **1.4. Аналіз нормативної бази з проєктування монолітно-каркасних будівель**

В Україні проєктування висотних житлових комплексів з використанням монолітного каркасу базується на широкій мережі регуляторних актів, які покривають аспекти планування міст, архітектурно-просторової організації, розрахунку навантажень на конструкції, оснащення інженерними системами, заощадження енергії та гарантії безпечності споруд. Забезпечення відповідності чинним державним будівельним нормам (ДБН), стандартам якості (ДСТУ) та законодавчим актам є критично важливим фактором при підготовці проєктної документації та дозволом на початок будівництва та подальше використання об'єкту [1; 2].

Фундаментальним документом, який встановлює містобудівні правила щодо розташування житлових будівель, є ДБН Б.2.2-12:2019 "Організація території та її забудова" [3]. Цей документ окреслює ключові моменти функціонального розподілу територій, показники насиченості забудовою,

мінімальні габарити земельних площ, вимоги до транспортної мережі, соціальної сфери, озеленення та покращення навколишнього середовища.

При проектуванні багатопверхневого житлового комплексу в умовах вже існуючої міської структури, ДБН Б.2.2-12:2019 визначає обмеження по концентрації людей, дистанцію до публічних просторів, навчальних установ, медичних закладів, а також необхідні санітарні зони від виробничих об'єктів та великих транспортних артерій [3, с. 15–22].

Конкретні критерії до житлових будівель чітко прописані в ДБН В.2.2-15:2019 “Будівлі та споруди. Житлові будинки. Загальні настанови” [4]. У цьому документі встановлені стандарти для площі квартир, ширини коридорів та маршевих сходів, висоти поверхів, умови потрапляння сонячного світла та природного освітлення, захист від шуму, а також структура службових приміщень. Для будівель з монолітним каркасом ключовими є вимоги щодо вогнетривкості, маршрутів евакуації, розміщення ліфтового обладнання та каналів для відходів, що суттєво впливає на організацію планування та конструкцію будинку [4, с. 30–39].

Згідно з ДБН В.1.2-2:2006 «Навантаження та дії», визначаються величини навантажувальних сил та зовнішніх факторів, що діють на конструкції будівлі [5]. Цей документ деталізує розрахункові характеристики стабільних, довготривалих, короткочасних та надзвичайних навантажень (наприклад, власна маса конструкцій, вага обладнання, сніговий покрив, сила вітру, зміни температури тощо), а також методи комбінування цих величин при розрахунку несучих частин. Для регіону Харківщини, з огляду на ДБН В.1.2-2:2006 та ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 «Будівельна кліматологія», визначені конкретні параметри снігу та вітру, температурні коливання та інші атмосферні явища [5; 6].

Розроблений план та проектування монолітних залізобетонних елементів каркаса (колон, балок, плит перекриття, опорних конструкцій) реалізується відповідно до положень ДБН В.2.6-98:2009 «Конструкції будівель і споруд. Зброєбетонні та бетонні конструкції. Загальні положення» [7]. Цей документ фіксує граничні стани першого та другого роду, методології розрахунку

елементів з точки зору міцності, стійкості до тріщин та деформативності, правила вибору класів бетону та арматури, мінімальні інтервали між стержнями, товщину захисного шару бетону тощо. Під час розробки проектної документації можливо використання положень Єврокоду 2 «Проектування залізобетонних конструкцій» як додаткового розрахункового джерела, але за умови узгодження з національними нормативками [8].

Окрема сфера нормативного регулювання пов'язана із забезпеченням надійності підстав і фундаментів та запобіганням негативному впливу геологічних явищ на будинки. Ці аспекти регламентовані ДБН В.1.1-7:2016 «Захист від небезпечних геологічних процесів, негативних наслідків експлуатації, пожежі. Загальні положення» [9]. Цей документ визначає вимоги до геологічних досліджень, оцінювання стабільності ґрунту та необхідність створення систем запобігання зсувам, осипам та іншим захисним заходам.

Це набуває особливого значення для багатоповерхових будівель з монолітним каркасом, враховуючи значні вертикальні сили, що передаються на основу через фундаментні конструкції.

Якщо будівля розташована в зонах з високим рівнем сейсмічної активності, проектування виконується відповідно до ДБН В.1.1-12:2014 «Будівництво в сейсмічно небезпечних районах України» [10]. У цьому документі представлено вимоги до організації планувальної структури та конструктивного виконання будівлі, розташування деформаційних стиків, забезпечення просторової стійкості та жорсткості каркаса, а також до розрахунку сейсмічних навантажень. Монолітно-каркасні системи вважаються ефективними при землетрусних навантаженнях завдяки здатності працювати в пружно-пластичному режимі та забезпечувати перерозподіл напружень між компонентами [10, с. 42–49].

Значну роль у створенні нормативної основи відіграють вимоги до енергозбереження та теплоізоляції будівель, зафіксовані в ДБН В.2.6-31:2021 «Теплоізоляція та енергоефективність будівель» [11] та Законі України «Про енергоефективність будівель» [12]. Вони встановлюють мінімальні значення

теплового опору огороджуючих конструкцій, вимоги до герметичності, теплових містків, класифікацію енергоефективності будівель. Для житлових будинків з монолітним каркасом це передбачає використання багатошарових фасадних систем з високоякісними теплоізоляторами та енергоефективними склопакетами, а також інтеграцію систем автоматичного управління інженерними комунікаціями [11; 12].

Аспекти забезпечення пожежної безпеки об'єкту регулюються положеннями ДБН В.1.1-7:2016, ДБН В.2.2-15:2019, а також рядом спеціалізованих нормативних актів (наприклад, ДБН В.2.5-56:2014 щодо систем пожежозахисту) [4; 9; 13]. Ці документи визначають необхідний ступінь вогнестійкості несучих та огорожувальних конструкцій, межі вогнестійкості перекриттів та стін, наявність вогнезахисних бар'єрів, систем видалення диму та внутрішнього протипожежного водопостачання. Монолітні залізобетонні конструкції демонструють високий рівень вогнестійкості, що є важливою перевагою монолітно-каркасної системи порівняно з металевими каркасами.

Структура та зміст проєктної документації на будівництво визначені в ДБН А.2.2-3:2014 «Склад та зміст проєктної документації на будівництво» [14]. У цьому документі вказано, які розділи повинні бути включені до проєкту (пояснювальна записка, архітектурні та конструктивні рішення, інженерне забезпечення, кошторис, питання охорони праці та навколишнього середовища тощо), а також встановлені вимоги до графічної частини – креслень планів, фасадів, розрізів, вузлів та схем армування. Для написання цієї наукової роботи дані положення слугують основою для структурування пояснювальної записки та оформлення рисунків.

Поряд із зазначеними нормами, при проєктуванні монолітно-каркасних житлових будинків використовуються державні стандарти на будівельні матеріали (бетон, арматуру, теплоізоляцію), правила з організації будівельного процесу, охорони праці та довкілля [15; 16]. Разом вони створюють комплексну систему нормативного регулювання, яка забезпечує всебічний підхід до проєктування та будівництва, спрямований на гарантування високого рівня

безпеки, надійності та зручності запроєктованого житлового об'єкту з монолітним каркасом. Перший розділ містить загальний опис об'єкта та умов його розташування. Аналіз містобудівної документації та функціонального поділу території встановив, що вибрана ділянка в межах Харківської області знаходиться у зоні багатоповерхової житлової забудови, має розвинену транспортну та соціальну інфраструктуру та відповідає вимогам ДБН Б.2.2-12:2019 щодо планування та забудови територій [3].

Інженерно-геологічне та кліматичне дослідження показало, що площа будівництва має позитивні ґрунтові умови, відсутні ризики геологічних процесів, відноситься до II температурної зони, III району за сніговим навантаженням та II району за вітровим навантаженням, що дає змогу використовувати стандартні конструктивні рішення для монолітно-каркасних житлових будівель [5–7]. Кліматичні параметри регіону були враховані при виборі теплотехнічних властивостей огорожуючих конструкцій та систем інженерного забезпечення відповідно до ДБН В.2.6-31:2021 [11].

Створено комплекс початкових даних для проєктування, що включає ключові геометричні характеристики будівлі, конструктивну схему, тип фундаментів, інженерне забезпечення, а також вимоги до житлових приміщень згідно з ДБН В.2.2-15:2019 [4]. Виходячи з цього, визначено основні навантаження та впливи, які будуть діяти на будівлю, та окреслено потреби до несучих та огорожувальних конструкцій згідно з ДБН В.1.2-2:2006 та ДБН В.2.6-98:2009 [5; 7].

Аналіз нормативної бази показав, що проєктування багатоповерхового житлового будинку з монолітно-каркасною конструкцією в Україні базується на комплексі документів, які регулюють містобудівні, архітектурно-планувальні, конструктивні, енергоефективні та пожежні вимоги [3–4; 7; 9–12; 14]. Дотримання цих вимог є вирішальним фактором для гарантування надійності, довговічності та безпечної експлуатації запланованої будівлі.

## РОЗДІЛ 2. АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНІ РІШЕННЯ

### 2.1. Об'ємно-планувальне рішення житлового будинку

Об'ємно-планувальне рішення житлового будинку визначає архітектурну концепцію, просторову організацію та функціональне призначення будівлі, забезпечуючи раціональне використання площі, комфортне проживання мешканців та відповідність чинним будівельним нормам. Розроблялося з урахуванням вимог ДБН В.2.2-15:2019 «Будинки і споруди. Житлові будинки. Основні положення» [1], ДБН Б.2.2-12:2019 «Планування і забудова територій» [2] та положень ДБН В.1.1-7:2016 щодо безпеки та експлуатаційної надійності будівель [3].

Запроектований житловий будинок використовує монолітно-каркасну конструктивну систему з частковими зовнішніми стінами із керамоблоків та навісними вентиляльованими фасадами. Така конструкція дозволяє гнучко змінювати планування квартир, розташування несучих та ненесучих елементів, що забезпечує архітектурну свободу та ефективне використання площі поверхів [4].

Будівля складається з 12 надземних поверхів та одного технічного поверху, який розміщено у покрівельній зоні для розміщення інженерних систем (вентиляційних камер, насосних станцій, вузлів обліку). Висота житлового поверху - 3,0 м, що відповідає вимогам ДБН В.2.2-15:2019 [1]. Загальна висота будівлі становить приблизно 37 метрів, що класифікує її як багатопверховий житловий будинок середньої поверховості відповідно до п. 5.1 [1].

У плані будинок має прямокутну форму з розмірами 36x18 м. Сітка несівних конструкцій виконана з кроком 6x6 м, що забезпечує оптимальне співвідношення між жорсткістю каркаса та економічністю розміщення колонок. Конструктивна схема є поздовжньо-поперечною, з ядром жорсткості в центральній частині будівлі, яке включає сходово-ліфтову секцію та шахти інженерних комунікацій [5].

На типовому житловому поверсі передбачено чотири квартири різних розмірів: дві двокімнатні (приблизно 65 м<sup>2</sup>) та дві трикімнатні (приблизно 85 м<sup>2</sup>). Квартири орієнтовані на два протилежні боки горизонту, що забезпечує достатнє освітлення сонцем та природне провітрювання відповідно до вимог ДБН В.2.5-28:2018 «Природне та штучне освітлення» [6]. Усі квартири обладнані балконами або лоджіями, які виступають за межі фасаду на 1,2 метра, що надає архітектурну виразність будинку.

Комунікаційно-планове ядро будівлі складається з двох сходових клітин та двох ліфтів (вантажопідйомністю 400 і 630 кг). Ліфти розташовані у протипожежних кабінах з окремими виходами на сходові марші, що відповідає вимогам ДБН В.1.1-7:2016 та ДБН В.2.5-56:2014 «Системи протипожежного захисту» [3; 7]. Евакуаційні шляхи передбачені з кожного поверху до сходових клітин типу L1, які мають природне освітлення через віконні отвори на торцях будівлі [1, п. 6.32].

Функціональна структура будинку включає:

1. підвальний (технічний) поверх — інженерні комунікації, ІТП, електрощитові, пожежний резервуар;
2. 1-й поверх — вхідні групи, хол, комори мешканців, приміщення для дитячих візків, комунально-побутові блоки;
3. 2–12 поверхи — житлові приміщення;
4. технічний поверх — інженерне обладнання систем вентиляції та кондиціонування.

Вхід до будівлі спроектовано на рівні землі без будь-яких висотних перепадів, що забезпечує доступність для осіб з обмеженими фізичними можливостями згідно з вимогами ДБН В.2.2-40:2018 «Інклюзивність будівель і споруд» [8]. Перед входом передбачено тамбур, пандус з ухилом ДБН 1:12 та двері з розширеним отвором не менше 0,9 м.

Планування квартир забезпечує функціональність: житлові кімнати орієнтовані на південь і схід, кухні — на північ і захід; санвузли та кладовки розташовані у внутрішній частині плану з короткими маршрутами інженерних

мереж. Кожна квартира обладнана власним лічильником води, електроенергії та тепла, що відповідає вимогам енергоефективності, встановленим Законом України «Про енергоефективність будівель» [9].

Архітектурне оформлення фасадів передбачає використання навісної вентиляційної системи з облицюванням керамогранітом світло-сірих та бежевих відтінків. Горизонтальні лінії фасадів підкреслені виступами балконів та лініями міжповерхових перекриттів. Щоб запобігти перегріванню приміщень у літні місяці, застосовуються енергоефективні склопакети з сонцезахисним покриттям згідно з ДСТУ EN 410:2020 «Скло в будівництві» [10].

Відповідно до ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель», зовнішні огорожувальні конструкції реалізовані у вигляді тришарової стіни:

1. керамоблок 250 мм;
2. шар теплоізоляції з мінераловатних плит товщиною 150 мм;
3. вентиляційний прошарок 40 мм та облицювання керамогранітом 10 мм [11].

Це рішення забезпечує опір теплопередачі стін не менше  $R=3,3 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ , що відповідає вимогам для II температурної зони України [11].

Покрівля — плоска, експлуатована, з гідроізоляційним шаром з полімерних матеріалів, теплоізоляцією з екструдованого пінополістиролу та покриттям з тротуарних плит для обслуговування інженерного обладнання. Система водовідведення — внутрішня, організована по стояках, розташованих у шахтах ядра жорсткості.

Під'їзди та вхідні групи виконано з використанням світлих матеріалів, які мають високу стійкість до зношування та впливу вологи. Поверхня підлог у холах і на сходових площадках облицьована керамогранітною плиткою, а стіни оброблені штукатуркою з латексним фарбуванням. Вікна у місцях загального користування оснащені двокамерними склопакетами для зменшення втрат тепла.

Для благоустрою території передбачено озеленення, тротуари, зони відпочинку та майданчики для дитячих ігор, паркування автомобілів у межах

двору. Зелена площа становить не менше 40% від загальної площі ділянки, що відповідає ДБН Б.2.2-12:2019 [2].

Отже, об'ємно-планувальне рішення забезпечує раціональну організацію житлового простору, зручність використання приміщень, відповідність вимогам інсоляції, енергоефективності та безпеки, а також створює гармонійний архітектурний образ будівлі, що відповідає сучасним трендам містобудування [1–11].

## **2.2. Архітектурно-планувальні рішення типового поверху**

Архітектурно-планувальні рішення типового поверху формуються з урахуванням функціональної зручності квартир, вимог щодо освітлення, природного освітлення, норм евакуації, а також раціонального використання площі поверху згідно з вимогами ДБН В.2.2-15:2019 «Будинки і споруди. Житлові будинки» та ДБН Б.2.2-12:2019 «Планування і забудова територій» [1; 2].

Типовий житловий поверх, який було спроектовано, має чотири квартири: дві двокімнатні орієнтовною площею 60–65 м<sup>2</sup> та дві трикімнатні площею 80–85 м<sup>2</sup>. Це планування забезпечує збалансований квартирний фонд будинку та відповідає сучасним тенденціям формування житла для сімей різної кількості [1].

У плані поверху виділений центральний комунікаційний вузол, який включає:

- схожу клітину типу Л1 з природним освітленням;
- ліфтову секцію з двома пасажирськими ліфтами вантажопідйомністю 400 і 630 кг;
- коридор загального користування, який забезпечує доступ до квартир.

Ширина коридору становить не менше двох метрів, що відповідає вимогам до шляхів евакуації згідно з ДБН В.2.2-15:2019 та ДБН В.1.1-7:2016 [1; 3].

Ширина сходового маршу – 1,2 м, а площадки – 1,5 м, що гарантує безпечну евакуацію мешканців у разі пожежі або надзвичайної ситуації [3].

Планувальна структура квартир побудована на основі принципу розділення денної та нічної зон. До денної зони належать вітальня, кухня-їдальня та санітарний вузол загального користування, а до нічної – спальні кімнати, гардеробні та санвузол біля спальні (для трикімнатних квартир). Організація внутрішнього простору відповідає ергономічним вимогам і сприяє підвищенню комфорту проживання [1].

Житлові кімнати орієнтовано переважно на південь, схід та південний схід, щоб забезпечити нормативні показники освітлення відповідно до ДБН В.2.5-28:2018 «Природне та штучне освітлення» [4].

Кухні та деякі допоміжні приміщення орієнтовані на північ і захід, що сприяє рівномірному розподілу сонячної радіації протягом дня. Віконні отвори житлових кімнат мають коефіцієнт світлопроникності, який забезпечує нормативний коефіцієнт природного освітлення (КПО) не менше ніж значення, зазначені в [4].

У кожній квартирі передбачено:

1. передпокій (хол) з гардеробною або нішою для шафи-купе;
2. житлові кімнати (2 або 3);
3. кухню площею не менше 10 м<sup>2</sup> для розміщення обідньої зони [1];
4. санвузли (суміщені або роздільні залежно від типу квартири);
5. кладову/гардеробну;
6. лоджію або балкон.

Площа житлових кімнат у двокімнатних квартирах становить не менше 14 м<sup>2</sup> (вітальня) та 12 м<sup>2</sup> (спальня), а у трикімнатних - вітальня 16–18 м<sup>2</sup>, спальні 12–14 м<sup>2</sup>, що відповідає мінімальним нормативним значенням згідно з ДБН В.2.2-15:2019 [1].

Сантехнічні приміщення розташовані групами, максимально наближено до труб водопостачання та каналізації, які проходять у шахті інженерних комунікацій вертикально по будівлі. Це сприяє скороченню довжини внутрішніх

мереж та підвищенню їх надійності [5]. Вентиляція кухонь і ванних кімнат передбачена через вертикальні шахти природної вентиляції, що відповідає вимогам ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування» [6].

Розміщення вертикальних комунікацій стандартного поверху – сходів та ліфтів – відбувається в центральній частині конструкції будівлі, яка слугує вертикальною діафрамою, значно посилюючи просторову стійкість монолітної рами [7]. Для захисту шляхів евакуації сходами та зони очікування ліфта встановлені протипожежні двері, які відповідають мінімальному рівню вогнестійкості EI 30 відповідно до будівельних норм ДБН В.1.1-7:2016 та ДБН В.2.5-56:2014 [3; 8].

Щоб створити доступне житлове середовище й забезпечити можливість проживання людей з обмеженими фізичними можливостями, проектом передбачено адаптовані квартири на кожному поверсі: широкі дверні отвори шириною 0,9 метра, просторі ванні кімнати для маневрування на інвалідному візку та відсутність перешкод у внутрішніх дверних проїмах [9]. Це відповідає нормативним вимогам ДБН В.2.2-40:2018 щодо інклюзивності будівель [9].

Таким чином, архітектурно-планувальні рішення типового поверху забезпечують:

1. дотримання містобудівних, санітарно-гігієнічних та протипожежних вимог;
2. зручність і функціональну завершеність квартир;
3. достатній рівень інсоляції та природного освітлення;
4. можливість адаптації частини житла для маломобільних груп населення;
5. раціональне поєднання житлових і допоміжних приміщень у межах заданої площі поверху [1–9].

### **2.3. Конструктивна схема будівлі з монолітним каркасом**

Забезпечення структурної міцності, стабільності та безпеки будівлі під впливом

усіх передбачуваних навантажень напряду залежить від її конструктивної схеми. У новому житловому будинку використовується комбінована система - монолітний каркас, що складається з монолітних залізобетонних опор, балок, підлог та ядра жорсткості, що повністю відповідає стандартам ДБН В.2.6-98:2009 «Бетонні та залізобетонні конструкції» [7], а також загальноприйнятій практиці проектування висотних житлових комплексів [10].

Планування будівлі базується на регулярній сітці опор з інтервалом 6,0 x 6,0 метрів. Опори з прямокутним перерізом (наприклад, 400x400 мм у нижніх секціях, зі зменшенням розмірів вгору) призначені для підтримки ваги від підлог, стін та інженерного обладнання, ефективно передаючи ці навантаження на ґрунт через фундамент [7]. Використовується високоякісний бетон марки С25/30 або вище, а арматура має клас А500С згідно з ДСТУ 3760 [11].

Підвищений комфорт та надійність забезпечується використанням суцільних монолітних залізобетонних плит перекриття товщиною від 180 до 220 мм визначається після детального аналізу розподілу напружень та перевірки , спроектованих для роботи як балочної, так і безбалкової системи. Конкретний тип перекриття деформацій і стійкості до появи тріщин, відповідно до норм ДБН В.2.6-98:2009 та рекомендацій Єврокоду 2 [7; 8]. Ці плити призначені для прийому вертикальних навантажень, які вони потім передають на систему колон та стін ядра жорсткості.

Сейсмостійке ядро жорсткості формується з'єднаними монолітними залізобетонними стінками, що обмежують шахти сходів та ліфтів, а також, якщо потрібно, додатковими внутрішніми елементами жорсткості. Залежно від величини розрахованих навантажень, товщина цих стін варіюється від 200 до 250 мм. Ця структура ефективно поглинає горизонтальні навантаження, викликані вітром та землетрусами, та тісно співпрацює з основним каркасом, створюючи комплексну просторову систему, що відповідає вимогам ДБН В.1.1-12:2014 "Будівництво в сейсмічних зонах України" [12].

Зовнішні стіни можуть бути самонесучими або встановлюватися поверх основного каркасу, спираючись на плити перекриття чи прогонові елементи.

Вони не призначені для підтримки основних вертикальних навантажень, що дає змогу вільно змінювати дизайн фасаду та створювати великі вікна без шкоди для стабільності конструкції [4]. Жорсткість та міцність усієї структури досягається завдяки злагодженій роботі колон, балок, плит перекриття та ядра жорсткості.

Для рівномірного розподілу навантаження на ґрунт та запобігання нерівномірним просіданням, особливо в місцях з геологічною неоднорідністю та змінним навантаженням від багатопверхових будівель, фундамент проектувався як монолітна залізобетонна плита під усім об'єктом [5; 9]. Розмір плити розраховувався з урахуванням спільної роботи з ґрунтом та взаємодії з вертикальними компонентами каркасу згідно з вимогами ДБН В.2.1-10:2009 “Основи та фундаменти” [13].

До навантаження на каркас належать власна маса будівельних матеріалів (бетон, арматура, зовнішня обробка), експлуатаційні навантаження від людей, меблів та обладнання, а також снігове навантаження на покрівлю. Горизонтальне навантаження, таке як вітер та, за потреби, сейсмічне навантаження, розраховується відповідно до ДБН В.1.2-2:2006 «Навантаження і впливи» [6] та враховується при комплексному розрахунку всієї будівлі.

Для забезпечення ефективної просторової поведінки каркаса в усіх вузлах з'єднання колон, балок та плит перекриття використовуються жорсткі монолітні з'єднання. Це сприяє створенню рамно-портової системи, яка ефективно компенсує моменти та бічні сили, підвищуючи стійкість будівлі до прогинів та крену [7; 10].

Армування елементів каркаса реалізовано за допомогою просторових каркасів та сіток, з урахуванням норм щодо кріплення, нахлесту арматури, мінімальних та максимальних діаметрів стрижнів та відстаней між ними, визначених у ДБН В.2.6-98:2009 [7]. Додаткове армування застосовується в областях високого навантаження (наприклад, над колонами, в кутах рам, під основами колон), щоб забезпечити місцеву міцність та запобігти появі тріщин.

При проектуванні вузлів опирання плит на колони (за безбалкової схеми) особлива увага приділяється запобігання пробивному зсуву. Щодо цього

застосовуються капітелі, сталеві пробивні шпильки або спеціальне армування хомутами, відповідно до рекомендацій Єврокоду 2 та досвіду проектування монолітних перекриттів [8; 10].

## **2.4. Обґрунтування вибору матеріалів огороджувальних та заповнювальних конструкцій**

Вибір будівельних матеріалів для зовнішніх та внутрішніх конструкцій багатоповерхового житлового будинку базується на поєднанні міцності, довговічності, вогнестійкості, теплоізоляційних, звукоізоляційних властивостей, енергоефективності та економічної вигідності [1–4]. Ключові параметри відбору чітко визначені в ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель», ДБН В.2.2-15:2019 «Житлові будинки», ДБН В.1.1-7:2016 та державних стандартах на будівельні матеріали.

Зовнішні стіни будинку представлені багатошаровими конструкціями, що складаються з:

1. несівного шару з керамоблоків товщиною 250 мм;
2. шару теплоізоляції з мінераловатних плит (коефіцієнт теплопровідності  $\lambda \leq 0,038$  Вт/(м·К)) товщиною 150 мм;
3. вентильованого повітряного зазору шириною 40 мм;
4. зовнішнього облицювання з фасадного керамограніту товщиною 10 мм, закріпленого на металевій підсисці.

Подібне поєднання матеріалів забезпечує необхідний термічний опір огороджувальних конструкцій ( $R \geq 3,3$  м<sup>2</sup>·°С/Вт для II температурної зони), як зазначено в ДБН В.2.6-31:2021 [1]. Використання керамоблоків замість повнотілої цегли зменшує вагу стіни та покращує теплоізоляційні характеристики [5]. Мінеральна вата була обрана як негорючий утеплювач (НГ група), який відповідає вимогам пожежної безпеки для фасадів багатоповерхових будівель [3; 6].

Система навісного вентиляованого фасаду на металевій підсисці з облицюванням керамогранітом надає такі переваги:

1. захист несучих стін від впливу навколишнього середовища;
2. створення повітряного каналу для видалення вологи з шару утеплювача;
3. підкреслений архітектурний вигляд будівлі;
4. тривалий термін експлуатації оздоблення (25–30 років без необхідності ремонту) [6; 7].

Несучі внутрішні стіни та перегородки виконані з наступних матеріалів:

1. монолітного залізобетону (стіни ядра жорсткості, ліфтові шахти, сходові клітини);
2. дрібноблочних стінових матеріалів (гіпсоліт, газобетонні блоки щільністю 500–600 кг/м<sup>3</sup>) товщиною 100–150 мм для внутрішніх перегородок у квартирах.

Перегородки з газобетону були обрані за низьку вагу, хороші звукоізоляційні характеристики ( $R_w \approx 38\text{--}42$  дБ при певній товщині та штукатурці) та легкість монтажу [5; 8]. Використання легких перегородок зменшує навантаження на несучі конструкції та фундамент та полегшує внесення змін до планування квартир у майбутньому [7].

Світлопроникні отвори (окна, балконні двері) оснащено ПВХ- або алюмінієвими віконними блоками з дво- або трикамерними енергоефективними склопакетами, що відповідають стандарту ДСТУ EN 14351-1 «Вікна та двері» [9]. Термічний опір віконних блоків повинен бути не меншим за 0,75 м<sup>2</sup>·°C/Вт, що відповідає вимогам ДБН В.2.6-31:2021 для зовнішніх огорожувальних конструкцій [1; 9]. Використання низькоемісійних покриттів та заповнення камер склопакетів інертним газом (аргон) знижує тепловтрати через вікна та покращує акустичний комфорт у приміщеннях [10].

Вхідні двері до будівлі та квартир – це металеві утеплені конструкції з класом вогнестійкості EI 30 або вище для зон спільного користування та

підвищеною стійкістю до злому для входу до квартир, що відповідає нормам ДБН В.1.1-7:2016 та стандартам щодо пожежостійких дверей [3; 11].

Покриття та покрівля будівлі запроєктовано у вигляді плоскої утепленої покрівлі:

1. пароізоляційний шар;
2. теплоізоляція з екструдованого пінополістиролу (XPS) товщиною 200 мм;
3. вирівнювальна стяжка;
4. гідроізоляційний килим із ПВХ- або бітумно-полімерних мембран;
5. захисний шар (галька, плити).

XPS обрано через його низьку водопоглинальність, високу міцність на стиск і достатні теплоізоляційні властивості, що критично для покрівельних конструкцій у кліматичних умовах Харківської області [1; 12].

Матеріали чистових оздоблень (керамічна плитка у санвузлах і на кухнях, ламінат або лінолеум у житлових кімнатах, керамограніт у місцях загального користування) підбираються з урахуванням класу зносостійкості, протиковзних властивостей та вимог санітарних норм [4; 13].

Загалом, прийнятий комплекс матеріалів огороджувальних і заповнювальних конструкцій забезпечує:

1. відповідність вимогам енергоефективності й теплотехнічного захисту;
2. достатню вогнестійкість та пожежну безпеку;
3. довговічність і ремонтпридатність;
4. високі експлуатаційні й естетичні характеристики [1–7; 9–13].

## **2.5. Рішення щодо енергоефективності та інженерного забезпечення будівлі**

Проектні рішення щодо енергоефективності та інженерного забезпечення будівлі спрямовані на зменшення експлуатаційних витрат, підвищення комфорту проживання та досягнення нормативного або покращеного рівня

енергоефективності будівлі, згідно із законом України "Про енергоефективність будівель" та ДБН В.2.6-31:2021 [1; 14].

Відповідно до розрахунку коефіцієнтів теплових втрат через огорожувальні конструкції, вентиляцію та інфільтрацію, планується досягнути класу енергоефективності не нижчого за "В" для житлових будівель. Це буде забезпечено комплексом архітектурних, будівельних та інженерних рішень [1; 14].

Система опалення спроектована як водяна, двотрубна, з нижнім або верхнім розташуванням труб від індивідуального теплового пункту (ІТП) у підвалі або технічному приміщенні. В ІТП передбачено:

1. пластинчасті теплообмінники для систем опалення та гарячого водопостачання;
2. погодозалежну автоматику, яка регулює температуру теплоносія в залежності від температури зовнішнього повітря;
3. циркуляційні насоси з частотним регулюванням;
4. вузол обліку теплової енергії [15].

Радіатори опалення з терморегулюючими клапанами дозволяють індивідуально налаштовувати температуру в приміщеннях і зменшувати перевитрати тепла [16]. Розрахунок системи опалення виконується згідно з вимогами ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування» [17].

Система вентиляції комбінована: природна витяжна вентиляція з кухонь, санвузлів і ванних кімнат через вентиляційні шахти; припливна вентиляція через віконні клапани або припливні решітки з фільтрацією повітря.

Для підвищення енергоефективності передбачене використання механічної припливно-витяжної вентиляції з рекуперацією тепла в деяких зонах (наприклад, у місцях загального користування або у квартирах преміумкласу) [17; 18]. Це дозволить скоротити втрати тепла при вентиляції на 20–30% порівняно зі звичайними системами.

Централізована система гарячого водопостачання (ГВП) з підготовкою гарячої води в ІТП за допомогою теплообмінників. Для підтримки постійної

температури гарячої води в трубах та зменшення втрат при зливі передбачена циркуляція гарячої води. Облік води здійснюється з використанням загальнобудинкових та квартирних лічильників, що відповідає вимогам ДБН В.2.5-39:2008 «Внутрішні системи водопостачання» [19].

Електропостачання будівлі виконується від двох незалежних введів з розділенням навантаження на житлову зону, ІТП, ліфтове обладнання, освітлення місць загального користування та протипожежні системи (димовидалення, протипожежний водопровід).

Для освітлення місць загального користування використовуються світлодіодні світильники з датчиками руху та освітленості, що допомагає значно зменшити споживання електроенергії [20].

Автоматизація та диспетчеризація інженерних систем реалізується за допомогою локальної системи керування (BMS/SCADA), яка контролює:

1. параметри теплоносія в ІТП;
2. режими роботи насосного обладнання;
3. стан інженерних мереж та аварійні ситуації;
4. роботу ліфтів, протипожежних систем, димовидалення [15; 20].

Для підвищення енергоефективності передбачено ряд пасивних заходів:

1. оптимальна орієнтація будівлі відносно сторін світу (основні житлові кімнати — на південь і схід);
2. застосування світловідбивних та теплоізоляційних матеріалів фасаду;
3. мінімізація “містків холоду” в місцях примикання огорожувальних конструкцій;
4. використання енергоефективних віконних конструкцій і дверей [1; 10–12].

У якості додаткових (активних) заходів можуть бути розглянуті:

1. встановлення сонячних колекторів для часткової підготовки гарячої води;

2. монтаж фотоелектричних панелей на покрівлі для живлення частини освітлення місць загального користування;
3. використання теплових насосів у перспективі (за наявності відповідного техніко-економічного обґрунтування) [14; 18].

Таким чином, прийняті рішення щодо енергоефективності та інженерного забезпечення будівлі спрямовані на:

1. зменшення енергоспоживання на опалення, вентиляцію та освітлення;
2. забезпечення нормативних параметрів мікроклімату в приміщеннях;
3. підвищення надійності та керованості інженерних систем;
4. досягнення цільового класу енергоефективності та відповідності вимогам чинних нормативних документів [1; 14–20].

Другий розділ магістерської роботи присвячений обґрунтуванню основних архітектурно-будівельних рішень для проєктуваного багатоквартирного будинку з монолітно-каркасною конструкцією.

На основі аналізу містобудівних умов, вимог ДБН В.2.2-15:2019 та ДБН Б.2.2-12:2019 було сформовано об'ємно-планове рішення будівлі, яке включає раціональну сітку колон, центральний комунікаційний вузол, оптимальний набір квартир та функціональне зонування приміщень. Забезпечено відповідність вимогам щодо сонячного освітлення, природного освітлення, пожежної безпеки та інклюзії житлового середовища [1–3; 9].

Архітектурно-планувальні рішення типового поверху передбачають чіткий поділ денної та нічної зон, раціональне розташування санітарних та допоміжних приміщень, використання компактних комунікаційних центрів, що сприяє зручності проживання та зниженню експлуатаційних витрат.

Обрана конструктивна схема будівлі з монолітним залізобетонним каркасом та ядром жорсткості забезпечує просторову стійкість та міцність будівлі під дією вертикальних та горизонтальних навантажень, згідно з ДБН В.2.6-98:2009, ДБН В.1.2-2:2006 та ДБН В.1.1-12:2014 [6–7; 12–13]. Система колон, плит перекриття, фундаментної плити та жорсткості дозволяє реалізувати

гнучке планування та адаптувати будівлю до реальних інженерно-геологічних умов ділянки.

Аналіз вибору матеріалів для огорожувальних та заповнювальних конструкцій показує, що використання багатошарових зовнішніх стін із керамоблоків, мінеральної вати, вентиляованої фасадної системи, енергоефективних віконних блоків, утеплення даху та сучасних оздоблювальних матеріалів забезпечує відповідність вимогам щодо теплоізоляції, вогнестійкості, довговічності та естетики фасадів [1; 3–4; 6–7; 9–13].

## РОЗДІЛ 3. РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ РОЗДІЛ

### 3.1. Просторова розрахункова схема монолітного каркаса

Несучою системою будівлі є монолітний залізобетонний каркас із регулярною сіткою колон, ригелів та монолітних плит перекриття, об'єднаних ядром жорсткості (ліфтово-сходовий блок). Розрахункова модель будівлі розглядається як просторова система жорстко пов'язаних рам, які працюють разом із жорсткими діафрагмами під дією вертикальних і горизонтальних навантажень.

Основні несучі елементи каркаса:

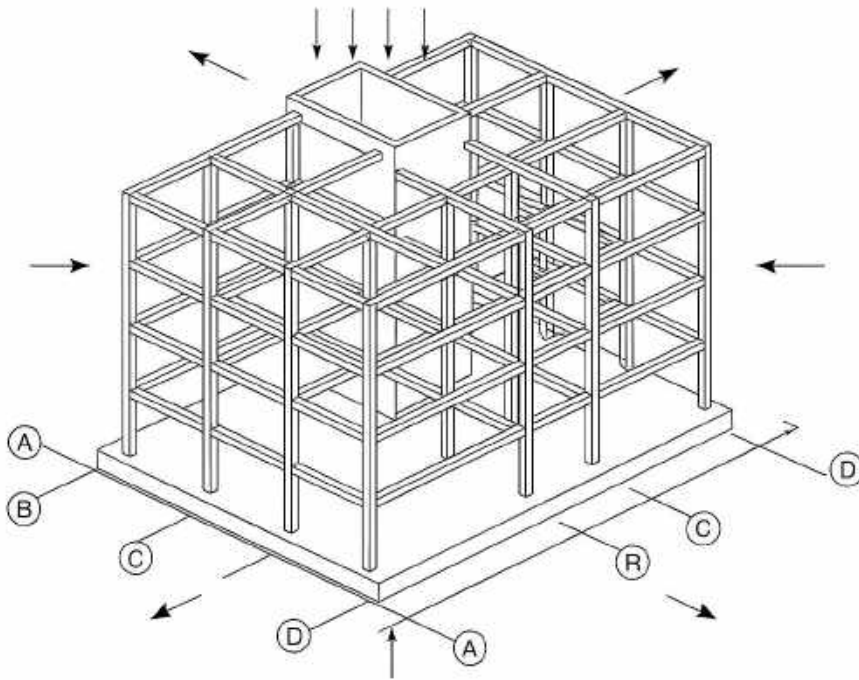
1. Колони (вертикальні елементи, що сприймають стискуючі навантаження);
2. Ригелі та балки перекриттів, які передають навантаження на колони;
3. Плити перекриття, що утворюють жорсткі диски в горизонтальній площині;
4. Діафрагми жорсткості (стіни ядра), що сприймають горизонтальні навантаження;
5. Монолітна плитна основа, яка рівномірно розподіляє навантаження на тій ґрунт.

Розрахункова схема включає жорстке з'єднання плит перекриттів з колонами та діафрагмами жорсткості, що забезпечує спільну просторову роботу будівлі. Висота поверху — 3,0 м, загальна висота будівлі — 36 м (12 поверхів).

Для спрощення моделювання приймається рівномірне навантаження від перекриттів по вузлах колон. Каркас розраховується як три-мірна статично визначувана система, де взаємодія елементів описується методом скінченних елементів (МСЕ). Матеріал конструкцій — бетон класу C25/30 ( $f_{ck} = 25$  МПа), арматура класу A500С [2]. Модуль пружності бетону —  $E = 3,0 \times 10^4$  МПа, арматури —  $E_s = 2,0 \times 10^5$  МПа. Гранична відносна деформація бетону при стиску — 0,0035 [3].

Розрахункова модель включає:

1. жорсткі плити (як діафрагми);
2. елементи-колони (у вигляді балкових скінченних елементів);
3. стінові діафрагми ядра (пластинчасті елементи);
4. закріплення по основі — пружні зв'язки, що імітують роботу фундаментної плити та ґрунту.



**Рисунок 3.1** – Просторова розрахунква схема монолітного каркасу будівлі

У моделі враховано дію постійних та тимчасових вертикальних навантажень, а також снігового й вітрового навантаження, прикладених до відповідних рівнів перекриттів. Розрахунок виконується у спеціалізованому програмному комплексі з використанням методу скінченних елементів. Горизонтальні навантаження від вітру та, за необхідності, сейсмічні дії прикладаються рівномірно по висоті фасадів згідно з ДБН В.1.2-2:2006 «Навантаження і впливи» [4]. Після побудови просторової моделі виконується перевірка жорсткості: відношення горизонтальних переміщень верхнього поверху до висоти будівлі не перевищує  $1/500$ , що відповідає вимогам ДБН В.2.6-98:2009 [5].

### 3.2. Визначення навантажень та впливів на конструкції будівлі

Визначення навантажень виконано згідно з вимогами ДБН В.1.2-2:2006 «Навантаження і впливи» та ДСТУ-Н Б В.1.2-16:2013. У розрахунку враховуються:

1. постійні навантаження – власна вага конструкцій (перекриття, стін, оздоблення, інженерних мереж), покрівлі та огорожувальних конструкцій;
2. тривалі та короточасні корисні навантаження – від людей, меблів, обладнання;
3. кліматичні навантаження – снігове та вітрове;
4. за потреби – особливі впливи (сейсміка, температурні деформації).

#### 3.2.1. Постійні та корисні навантаження

Сумарне постійне навантаження на 1 м<sup>2</sup> плити переkritтя житлового поверху визначається як

$$g = g_1 + g_2 + g_3 + g_4, \quad (3.1)$$

де

$g_1$  – власна вага залізобетонної плити;

$g_2$  – вага підлоги (стяжка, покриття, звукоізоляція);

$g_3$  – приведені навантаження від перегородок;

$g_4$  – вага інженерних мереж і оздоблення стелі.

Нормативне корисне навантаження для житлових кімнат і коридорів квартир приймається згідно з [ДБН В.1.2-2:2006] як

$$q_k = 2,0 \text{ кН/м}^2. \quad (3.2)$$

Розрахункове рівномірно розподілене навантаження на переkritтя визначається за формулою

$$q_d = \gamma_G \cdot g + \gamma_Q \cdot q_k, \quad (3.3)$$

де

$\gamma_G$  – коефіцієнт надійності для постійних навантажень (як правило,  $\gamma_G = 1,1$ );  
 $\gamma_Q$  – коефіцієнт надійності для короточасних навантажень (як правило,  $\gamma_Q = 1,3$ ).

Надалі значення  $q_d$ , визначене за формулою (3.3), використовується при розрахунку плит перекриття та ригелів.

### 3.2.2. Снігове навантаження

Для III снігового району України (Харківська область) нормативне снігове навантаження на ґрунті  $s_0$  приймається за картою навантажень і становить, наприклад,  $s_0 = 1,2 \text{ кН/м}^2$ .

Розрахункове значення снігового навантаження на покрівлю визначається за формулою

$$s = \mu \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_0, \quad (3.4)$$

Де

$\mu$  – коефіцієнт форми покрівлі (для плоскої покрівлі  $\mu = 1,0$ );

$C_e$  – коефіцієнт експозиції;

$C_t$  – температурний коефіцієнт.

Отримане значення здодається до постійних і корисних навантажень при розрахунку конструкцій покриття та просторової схеми будівлі.

### 3.2.3. Вітрове навантаження

Для II вітрового району України нормативний тиск вітру на поверхню будівлі  $w_0$  приймається згідно з картою вітрових навантажень (наприклад,  $w_0 = 0,30 \text{ кПа}$ ).

Розрахунковий тиск вітру на висоті розташування розрахункової площадки визначається за формулою

$$w = w_0 \cdot k \cdot c, \quad (3.5)$$

де

$k$ – коефіцієнт, що враховує зміну тиску вітру з висотою будівлі;  
 $c$ – аеродинамічний коефіцієнт, що залежить від конфігурації фасаду та напрямку вітру.

Отримане значення вдалі використовується як горизонтальне навантаження у просторовій розрахунковій моделі каркаса будівлі.

### 3.2.4. Комбінації навантажень

Розрахунок конструкцій виконується за основною розрахунковою комбінацією навантажень:

$$\sum(\gamma_G \cdot G) + \gamma_Q \cdot Q, \quad (3.6)$$

де  $G$ – сукупність постійних навантажень,  $Q$ – корисні (змінні) навантаження.

Коефіцієнти надійності  $\gamma_G$ ,  $\gamma_Q$  та коефіцієнти поєднань приймаються згідно з вимогами ДБН В.1.2-2:2006. Саме ці значення поєднань (3.6) застосовуються при розрахунку плит перекриття, колон, діафрагм жорсткості та фундаментів.

### 3.3. Розрахунок плит перекриття на міцність і жорсткість

Монолітні залізобетонні плити перекриття працюють як багатопролітні плити, що спираються по контуру на ригелі та зовнішні стіни. Розрахунок виконується згідно з вимогами ДБН В.2.6-98:2009 та Eurocode 2.

Приймаємо:

1. товщину плити  $h = 180$  мм;
2. крок колон  $6,0 \times 6,0$  м;
3. клас бетону – С25/30;
4. клас арматури – А500С.

### 3.3.1. Розрахункове навантаження

Розрахункове навантаження на плиту визначається згідно з формулою (3.3). Для житлових приміщень, наприклад, при

$g \approx 7,5 \text{ кН/м}^2$  та  $q_k = 2,0 \text{ кН/м}^2$ , одержуємо

$$q_d = \gamma_G \cdot g + \gamma_Q \cdot q_k. \quad (3.7)$$

Подальші розрахунки ведуться саме з використанням  $q_d$ .

### 3.3.2. Розрахунок на міцність

Максимальний згинальний момент у середині проліта плити, що спирається по чотирьох сторонах, можна оцінити за формулою

$$M = \mu \cdot q_d \cdot l^2, \quad (3.8)$$

де

$\mu$  – коефіцієнт, що залежить від схеми опирання (для плити, защемленої по контуру,  $\mu \approx 0,062$ );

$l$  – розрахунковий проліт плити.

Необхідна площа розтягнутої арматури в одному напрямку визначається за формулою

$$A_s = \frac{M}{R_s \cdot z}, \quad (3.9)$$

де

$R_s$  – розрахунковий опір арматури розтягненню;

$z \approx 0,9 h_0$  – плече внутрішніх сил;

$h_0 = h - a$  – робоча висота перерізу ( $a$  – захисний шар бетону).

За формулою (3.9) визначається потрібна площа арматури, після чого підбирається діаметр і крок стержнів. Отримане рішення перевіряється на відповідність мінімальній арматурі та вимогам по тріщиностійкості.

### 3.3.3. Перевірка жорсткості

Перевірка прогинів виконується за граничними відносними прогинами. Розрахунковий прогин плити  $f_{не}$  повинен перевищувати граничного значення:

$$f \leq \frac{1}{f_{lim}}, \quad (3.10)$$

де  $f_{lim}$  – граничне відношення проліт/прогин (наприклад,  $f_{lim} = 250–300$  залежно від призначення конструкції).

### 3.4. Розрахунок колон і ядра жорсткості

Колони монолітного каркаса розраховуються як стиснуті елементи, що працюють під дією поздовжньої сили та згинальних моментів.

#### 3.4.1. Перевірка міцності колони

Розрахункова несуча здатність залізобетонної колони при центральному стиску визначається за формулою

$$N_{Rd} = \varphi \cdot R_b \cdot b \cdot h_0 + R_s \cdot A_s, \quad (3.11)$$

де

$\varphi$  – коефіцієнт умов роботи бетону;

$R_b$  – розрахунковий опір бетону стиску;

$b$  – ширина перерізу;

$h_0$  – робоча висота перерізу;

$A_s$  – площа поздовжньої арматури.

Умова міцності колони за стиском:

$$N_d \leq N_{Rd}, \quad (3.12)$$

де  $N_d$  – розрахункове поздовжнє зусилля від просторової розрахункової схеми (з урахуванням комбінацій навантажень за формулою (3.6)).

При позацентровому стиску додатково враховуються згинальні моменти та виконується перевірка за діаграмою «N–M» згідно з вимогами ДБН та Eurocode 2.

### **3.4.2. Перевірка ядра жорсткості**

Ядро жорсткості (ліфтово-сходовий блок) розглядається як просторовий блок стін, що сприймає вертикальні та горизонтальні навантаження. За результатами розрахунку в програмному комплексі визначаються:

1. напруження у стінах ядра;
2. прогини та кути повороту будівлі у горизонтальному напрямку;
3. зсувна жорсткість ядра.

Напруження в стінах порівнюються з розрахунковим опором бетону:

$$\sigma_{\max} \leq 0,6 R_b, \quad (3.13)$$

а горизонтальні переміщення верхніх поверхів – з граничними значеннями (відносні переміщення між сусідніми поверхами не повинні перевищувати вимог ДБН В.2.6-98:2009 та ДБН В.1.1-12:2014).

### **3.5. Розрахунок фундаментів під колони та стіни**

Вибір типу фундаментів виконано з урахуванням інженерно-геологічних умов ділянки будівництва та характеристик ґрунтів основи. У якості основного варіанта прийнято монолітну залізобетонну фундаментну плиту, що працює як жорстке тіло на пружній основі.

Розрахунок основи та фундаментів виконується відповідно до ДБН В.2.1-10:2009 «Основи та фундаменти».

#### **3.5.1. Перевірка міцності основи**

Розрахунковий опір ґрунту основи  $R$  приймається за результатами інженерно-геологічних вишукувань або відповідних таблиць (наприклад, для суглинків середньої щільності  $R = 250$  кПа).

Середній тиск під фундаментною плитою визначається як

$$\sigma = \frac{N_d}{A_f}, \quad (3.14)$$

де

$N_d$  – сумарне розрахункове навантаження на плиту;

$A_f$  – площа підшви фундаментної плити.

Умова міцності основи:

$$\sigma \leq R. \quad (3.15)$$

При виконанні нерівномірних навантажень додатково аналізується епюра контактних напружень та можливі осідання.

### 3.5.2. Підбір товщини плити та армування

Товщина фундаментної плити  $h_f$  приймається виходячи з умов міцності на згин, зсув та пробивний зсув під колонами. Для розрахункового перерізу плити на згин необхідна площа робочої арматури визначається за тією ж формулою, що й для плити перекриття:

$$A_{s,f} = \frac{M_f}{R_s \cdot z_f}, \quad (3.16)$$

де

$M_f$  – розрахунковий згинальний момент у перерізі плити фундаменту;

$z_f$  – внутрішнє плече сил для фундаментної плити.

За результатами розрахунку приймаються нижня та верхня робочі сітки арматури з урахуванням вимог до мінімальної арматури та конструктивних обмежень.

### 3.6. Конструктивні вимоги до армування елементів монолітного каркаса

Конструктивне армування елементів монолітного каркаса виконується згідно з вимогами ДБН В.2.6-98:2009 та ДСТУ Б В.2.6-156:2010 [5; 8].

Основні положення:

1. Захисний шар бетону:
  1. для плит перекриття – не менше 20–25 мм;
  2. для ригелів – 25–30 мм;
  3. для колон – 35–40 мм;
  4. для фундаментів – 50 мм [5].
2. Мінімальний діаметр арматури:
  1. робоча арматура плит – не менше  $\text{Ø}10$  мм;
  2. колони та ригелі – не менше  $\text{Ø}12$  мм;
  3. поперечна арматура (хомути) –  $\text{Ø}8$ –10 мм [5; 8].
3. Відсоток армування:
  1. для колон – не менше 1 % і не більше 4 % площі перерізу;
  2. для плит перекриття – не менше 0,3 % у розтягнутій зоні [5].
4. Крок поперечної арматури (хомутів):
  1. у колонах – не більше 200 мм, а в зонах анкерівки та примикання плит/ригелів – до 100 мм;
  2. у ригелях – аналогічно [5].
5. Довжина анкерівки та перехльосту стрижнів арматури класу А500С – не менше 40–45 діаметрів стрижня з урахуванням умов зчеплення (звичайні або поліпшені) [8].

Для плит перекриття передбачається:

1. нижнє поздовжнє армування у напрямку найбільших згинальних моментів;
2. верхнє армування в опорних зонах над колонами;
3. додаткові стрижні у зонах отворів, прорізів, зон концентрації зусиль.

У вузлах спирання безбалкових плит на колони перевіряється пробивний зсув. При необхідності передбачаються: капітелі (розширення колони у верхній частині); посилене поперечне армування (стержні для пробивного зсуву) [6; 8].

У стінах ядра жорсткості арматурні сітки розташовуються з двох боків перерізу; мінімальний відсоток армування – не менше 0,2 % у кожному напрямку. У зонах концентрації напружень (примикання ригелів, отворів під двері та інженерні канали) передбачається додаткове локальне армування [5].

Зазначений комплекс конструктивних заходів забезпечує необхідну тріщиностійкість, довговічність і вогнестійкість монолітних залізобетонних елементів у процесі експлуатації будівлі.

Третій розділ містить розрахунково-конструктивний аналіз багатоповерхового житлового будинку з монолітно-каркасною несучою системою.

На основі розробленої просторової розрахункової схеми каркаса з ядром жорсткості було здійснено моделювання роботи будівлі за допомогою сучасних програмних комплексів методом кінцевих елементів. Зроблено висновок, що просторове поєднання колон, плит перекриття та стін ядра забезпечує необхідний рівень жорсткості та стійкості під дією вертикальних і горизонтальних навантажень, визначених згідно з ДБН В.1.2-2:2006 [1; 5].

Розрахунки показали, що плити перекриття товщиною 180 мм із застосованим армуванням відповідають вимогам міцності та жорсткості, а величина прогинів не перевищує допустимих значень. Вибрана арматура забезпечила достатній запас несучої здатності під час дії розрахункових навантажень.

Колони монолітного каркаса з перерізом 400×400 мм та заданим армуванням мають значний запас міцності за стиском, що підтверджує надійність вертикальної несучої системи будівлі. Розрахунок стін ядра жорсткості показав, що вони ефективно поглинають горизонтальні навантаження від вітру та потенційних сейсмічних впливів, забезпечуючи допустимий рівень переміщень та напружень [5; 6].

Прийнята монолітна залізобетонна фундаментна плита забезпечує рівномірний розподіл тиску на ґрунт, а розраховані осідання не перевищують

нормативних значень, що відповідає вимогам ДБН В.2.1-10:2009 [4]. Отже, умови міцності та деформативності основи та фундаменту виконуються.

Конструктивні вимоги до армування плит, колон, стін ядра та фундаментної плити, сформульовані в підрозділі 3.6, відповідають положенням ДБН В.2.6-98:2009 та ДСТУ Б В.2.6-156:2010, забезпечуючи належну тріщиностійкість, довговічність і вогнестійкість монолітного каркаса [5; 8].

## РОЗДІЛ 4. ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

### 4.1. Вибір методів зведення монолітно-каркасної будівлі

Багатоповерхове будівництво житлових будинків із монолітного залізобетону є важливим трендом сучасного будівництва, який забезпечує високу надійність, довговічність та гнучкість планувальних рішень [1]. При виборі методів створення каркасу враховують: архітектурно-конструктивну схему будівлі, геологічні умови ділянки, доступність будівельних машин та опалубок, строки виконання робіт та економічні показники [2].

Для проєктуваного 12-поверхового житлового будинку з регулярною сіткою колон 6х6 метрів обрано потоково-послідовний метод зведення монолітного каркаса по поверхах з використанням інвентарної переставляної опалубки та подачею бетонної суміші автобетононасосом. Цей метод дозволяє повторювати цикл робіт на кожному поверсі та організувати будівельне виробництво за принципами потоковості відповідно до ДБН А.3.1-5:2016 [3].

Для обґрунтування вибору методу проведено порівняльний аналіз можливих варіантів (табл. 4.1).

№	Метод зведення	Переваги	Недоліки	Оцінка доцільності
1	Звичайне монолітне бетонування по захватках	Простота організації, невисокі вимоги до техніки	Низький рівень механізації, збільшені строки будівництва	Обмежено доцільний
2	Потоково-послідовне зведення по поверхах	Висока повторюваність циклів, скорочення	Потреба в інвентарній опалубці та автобусітонасосі	Рекомендовано

		строків, зручність планування		
3	Ковзна опалубка	Висока швидкість при значній висоті будівлі	Складність технічної реалізації для будинків з вікнами та балконами	Недоцільно
4	Комбінований (моноліт + збірні елементи)	Зменшення об'ємів монолітних робіт	Потреба у важких кранах, складна логістика збірних елементів	Частково доцільний

**Таблиця 4.1** - Порівняння можливих методів зведення монолітно-каркасної будівлі

З огляду на поверховість будівлі, регулярність планувальної схеми, наявність можливості застосування сучасних опалубних систем типу PERI, DoKa тощо [4] та вимоги щодо строків будівництва, обрано потоково-послідовний метод зведення монолітного каркаса з тривалістю циклу 6–8 діб на поверх.

#### **4.2. Технологічна послідовність виконання робіт із зведення каркаса**

Технологічна послідовність виконання робіт була сформована відповідно до вимог ДБН А.3.1-5:2016 «Організація будівельного виробництва» та ДСТУ-Н Б В.2.6-212:2016 щодо влаштування монолітних бетонних та залізобетонних конструкцій [3; 5].

Процес зведення монолітного каркаса складається з таких основних етапів:

1. Підготовчі роботи:

1. геодезична розбивка осей будівлі, закріплення реперів;
2. улаштування тимчасових під'їздів, майданчиків для складування матеріалів;
3. монтаж тимчасових інженерних мереж (електропостачання, водопостачання);
4. організація побутового містечка для робітників [3].
2. Влаштування фундаментної плити:
  1. укладання піщано-щебеневої підготовки;
  2. монтаж гідроізоляційного шару;
  3. встановлення арматурних каркасів (нижня й верхня сітки);
  4. бетонування плити з ущільненням суміші вібраторами;
  5. догляд за бетоном (зволоження, укриття плівкою).
3. Монтаж і бетонування колон першого ярусу:
  1. встановлення інвентарної опалубки колон;
  2. монтаж арматурних каркасів колон;
  3. укладання бетонної суміші через автобетононасос;
  4. розпалублення після набору необхідної міцності.
4. Влаштування опалубки та армування плит перекриття:
  1. встановлення опорних стоек-підпор і балочної опалубки;
  2. укладання нижньої арматури, сіток, закладних деталей;
  3. монтаж верхньої арматури в опорних зонах.
5. Бетонування плит перекриття:
  1. подача бетонної суміші автобетононасосом;
  2. розподіл суміші по захватках, вібрування;
  3. первинний догляд за бетоном (укриття, полив).
6. Перестановка опалубки на наступний поверх.

Узагальнена технологічна послідовність робіт наведена в табл. 4.2.

№	Найменування процесу	Основні операції	Основні машини та
---	----------------------	------------------	-------------------

етапу			механізми
1	Підготовка до бетонування	Прибирання сміття, перевірка опалубки та арматури	Ручний інструмент, геодезичні прилади
2	Улаштування опалубки колон	Монтаж щитів, стяжок, розпірок	Риштування, опалубні системи
3	Армування колон	Установка каркасів, зв'язування арматури	В'язальний інструмент, підймальні пристрої
4	Бетонування колон	Подача суміші, ущільнення вібраторами	Автобетононасос, глибинні вібратори
5	Улаштування опалубки плити перекриття	Встановлення підпор, балок, настилу	Опалубні системи, баштовий кран
6	Армування плити перекриття	Укладання сіток, каркасів, закладних деталей	Ручний інструмент
7	Бетонування плити	Подача та розрівнювання суміші, вібрування	Автобетононасос, вібратори
8	Догляд за бетоном	Укриття плівкою, полив, контроль температури	Насос для води, датчики температури

**Таблиця 4.2** - Технологічна послідовність зведення монолітного каркаса поверху

### 4.3. Розроблення технологічної карти зведення монолітного каркаса

Технологічна карта є нормативно-технічним документом, що регламентує організацію та технологію виконання комплексу робіт, склад бригад, засоби механізації, вимоги до якості та безпеки праці. Розроблення технологічної карти здійснюється згідно з ДСТУ-Н Б А.3.1-23:2013 [6].

Об'єкт технологічної карти: зведення монолітного залізобетонного каркаса (колони + плити перекриття) 12-поверхового житлового будинку. Метод організації робіт: потоково-послідовний по поверхах (одна захватка – один поверх).

Основні дані для технологічної карти:

1. площа одного перекриття:  $F \approx 36 \times 18 = 648 \text{ м}^2$ ;
2. об'єм бетону в плиті перекриття ( $h = 0,18 \text{ м}$ ):  $V_{\text{пл}} \approx 116,6 \text{ м}^3$ ;
3. кількість колон на поверх:  $n_k \approx 16 \text{ шт.}$ , об'єм однієї колони  $\approx 0,48 \text{ м}^3$ .

У технологічній карті задаються склади ланок і бригад (табл. 4.3).

Ланка	Професія	Кількість, чел.	Розряд (середній)
Ланка опалубників	Тесля-опалубник	3	4–5
Ланка арматурників	Арматурник	4	4
Ланка бетонувальників	Бетоняр, машиніст насоса	3 (2+1)	3–5
Ланка допоміжна	Робітник будівельний	2	2–3
Разом у зміні	–	12	–

**Таблиця 4.3** - Склад комплексної бригади для зведення каркаса

У карті також наводяться:

1. схеми організації робочих місць;
2. графік виконання робіт на поверх;
3. перелік заходів з охорони праці та техніки безпеки (згідно з ДБН А.3.2-2:2009) [9];

4. вимоги до приймання робіт (контроль якості бетону, геометричних параметрів, стану опалубки та арматури).

#### 4.4. Розрахунок трудомісткості, потреби в робочій силі та будівельних машинах

Розрахунок трудомісткості виконується на основі Єдиного нормативу часу (ЕНіР) та довідкових збірників норм праці [7]. Загальна трудомісткість визначається за формулою:

$$T = \sum(N_i \cdot V_i), \quad (1.2)$$

де

$N_i$  – норма часу на одиницю роботи, люд.-год/од.;

$V_i$  – обсяг робіт відповідного виду.

Узагальнені результати розрахунку трудомісткості наведено в табл. 4.4.

№	Вид робіт	Одиниця виміру	Обсяг, $V_i$	Норма часу, $N_i$ , люд.-год/од.	Трудомісткість, $T_i$ , люд.-год
1	Улаштування опалубки колон	шт	192	0,8	154
2	Армування колон	шт	192	2,5	480
3	Бетонування колон	шт	192	1,8	346
4	Улаштування опалубки плит	м <sup>2</sup>	7776	0,35	2722
5	Армування плит	м <sup>2</sup>	7776	0,45	3500
6	Бетонування плит	м <sup>3</sup>	1400	0,40	560
	Разом	–	–	–	7762

**Таблиця 4.4** - Розрахунок трудомісткості основних процесів зведення каркаса

Середньооблікова чисельність робітників, необхідних для виконання робіт у запланований термін, визначається за формулою:

$$n = \frac{T}{t \cdot F_3},$$

де

T – загальна трудомісткість, люд.-год;

t – тривалість виконання робіт, діб;

F<sub>3</sub> – тривалість зміни, год (приймаємо 8 год).

При T = 7762 люд.-год, t = 72 доби (3 міс., 6 діб/поверх), F<sub>3</sub> = 8 год:

$$n = \frac{7762}{72 \cdot 8} \approx 13,5.$$

Отже, приймаємо 14 робітників у складі комплексної бригади.

Потреба в будівельних машинах визначається виходячи з обсягів робіт і режиму їх виконання (табл. 4.5).

Машина/механізм	Марка (аналог)	Кількість, од.	Характер роботи
Баштовий кран	КБ-405-1А	1	Постійно
Автобетононасос	PUTZMEISTER M36	1	Періодично (бетонування)
Автосамоскид (бетон, арматура)	ЗІЛ/МАЗ	2	Періодично
Глибинний вібратор	ІВ-117 або аналог	2	Під час бетонування
Розчинонасос/насос води	–	1	Технічні потреби

**Таблиця 4.5** - Потреба в будівельних машинах для зведення каркаса

#### 4.5. Календарне планування будівельних робіт

Календарне планування будівництва здійснюється відповідно до вимог ДБН А.3.1-5:2016 із застосуванням принципів потоковості та паралельного

виконання робіт [3]. Мета календарного планування – забезпечити раціональний розподіл трудових ресурсів, будівельних машин та матеріалів у часі, а також узгодити строки будівництва з договірними зобов’язаннями.

Загальна тривалість будівництва приймається **8 місяців**, у тому числі:

1. підготовчий період – 1 місяць;
2. земляні роботи та фундаменти – 1 місяць;
3. зведення монолітного каркаса – 3 місяці;
4. огорожувальні конструкції – 1 місяць;
5. внутрішні роботи та інженерні мережі – 2 місяці.

У спрощеному вигляді структура календарного плану наведена в табл. 4.6.

Етап робіт	Тривалість, міс.	Орієнтовні календарні місяці	Характер виконання
1. Підготовчі роботи	1	1-й	Окремим потоком
2. Земляні роботи, фундаменти	1	2-й	Послідовно після підготовчих
3. Монолітний каркас	3	3–5-й	Потоково по поверхах
4. Огороджувальні конструкції	1	5–6-й (з частковим перекриттям)	Паралельно закінченню каркаса
5. Інженерні мережі, внутрішні роботи	2	6–8-й	Паралельно зі склінням та фасадом
6. Благоустрій території	0,5–1	7–8-й	Завершальний етап

**Таблиця 4.6** - Структура календарного плану будівництва

Детальний календарний план доцільно виконувати у вигляді лінійного або сіткового графіка за допомогою програм MS Project або аналогічного ПЗ, із зазначенням критичного шляху, резервів часу та ресурсного вирівнювання [8].

#### 4.6. Розроблення будівельного генерального плану

Будівельний генеральний план (будгенплан) є графічним документом, який відображає організацію будівельного майданчика, розміщення тимчасових будівель і споруд, будівельних машин, складів, під'їздів, інженерних мереж, зон безпеки тощо. Його розроблення здійснюється відповідно до ДБН А.3.1-5:2016 та ДБН А.3.2-2:2009 [3; 9].

Основні рішення будгенплану:

1. розташування баштового крана таким чином, щоб його робочий радіус охоплював усю площу забудови й основні склади матеріалів;
2. влаштування тимчасових автомобільних під'їздів із асфальтовим або щебеним покриттям;
3. організація відкритих складів арматури, опалубки, бетонних сумішей, а також закритих складів для інструментів та матеріалів, чутливих до атмосферних впливів;
4. розміщення побутових приміщень (роздягальні, їдальня, санвузли), медпункту та пункту видачі ЗІЗ;
5. розміщення пожежних гідрантів і резервуарів, під'їздів пожежної техніки.

Орієнтовний перелік тимчасових будівель та споруд наведено в табл. 4.7.

№	Найменування тимчасової споруди	Кількість, од.	Площа однієї, м <sup>2</sup>	Призначення
1	Побутовий вагончик (роздягальня)	2	18	Побутові приміщення для робітників
2	Адміністративний вагончик	1	18	Робоче місце ІТР
3	Склад арматури відкритий	1	80	Зберігання арматури

4	Склад опалубки	1	60	Зберігання елементів опалубних систем
5	Склад інструменту закритий	1	20	Зберігання інструменту
6	Майданчик для техніки (крани, насоси)	1	100	Стоянка та обслуговування техніки
7	Пожежний резервуар/ємність із водою	1	25	Протипожежні потреби

**Таблиця 4.7** - Основні тимчасові будівлі та споруди на будівельному майданчику

Будгенплан також передбачає:

1. огороження будмайданчика по периметру суцільною огорожею висотою 2,0 м;
2. встановлення інформаційних та попереджувальних знаків;
3. організацію тимчасового зовнішнього освітлення майданчика (не менше 20 лк у темну пору доби);
4. розроблення схем евакуації та планів локалізації аварійних ситуацій [9].

Четвертий розділ дипломної роботи містить комплексне організаційно-технологічне обґрунтування будівництва багатоповерхового житлового будинку з монолітно-каркасною конструктивною системою в умовах Харківської області.

На основі аналізу можливих технологічних варіантів зведення каркаса обґрунтовано вибір потоково-послідовного методу з використанням інвентаймерної опалубки та автобетононасоса, що відповідає вимогам чинних нормативних документів і забезпечує скорочення строків будівництва при збереженні належної якості робіт [2–6]. Розроблено детальну послідовність технологічних процесів виконання робіт, створено технологічну картку зведення

монолітного каркаса з визначенням складу бригад, засобів механізації та організації робочих місць.

Розраховано трудомісткість основних будівельних процесів, визначено необхідну кількість працівників (14 осіб у зміні) та потребу в будівельних машинах (1 баштовий кран, 1 автобетононасос, допоміжна техніка), що дозволяє раціонально спланувати ресурси для виконання робіт [7]. На основі прийнятих організаційно-технологічних рішень розроблено календарний план будівництва з орієнтовною тривалістю 8 місяців і можливістю паралельного виконання деяких видів робіт, а також будівельний генеральний план, який забезпечує безпечну та ефективну організацію будівельного майданчика [3; 8–9].

Організаційно-технологічні рішення, отримані в четвертому розділі, тісно пов'язані з конструктивними та архітектурними рішеннями, відповідають вимогам нормативної бази та створюють передумови для своєчасного, безпечного та економічно обґрунтованого зведення проєктуваного житлового будинку.

## РОЗДІЛ 5

### ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

#### 5.1. Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів на будівельному майданчику

Виконання будівельних робіт при створенні багатоповерхівки з використанням монолітно-каркасної конструкції супроводжується впливом на персонал значного обсягу потенційних ризиків та негативних виробничих чинників. Ідентифікація цих факторів та їхній аналіз є важливою основою для створення результативних профілактичних заходів відповідно до законодавства України – Закону «Про охорону праці», Кодексу цивільного захисту України та нормативного документа ДБН А.3.2-2:2009 “Охорона праці та промислова безпека у будівництві”.

Найбільш поширеними небезпечними факторами на будівельному об'єкті вважаються:

1. ризик падіння працівників з великої висоти під час встановлення опалубки, монтажу арматури та заливки бетону плит, виконання робіт на перекриттях без використання засобів захисту від падіння (висота більше ніж 1,3 метра) [3];
2. загрозу травм через падіння предметів та будівельних матеріалів (арматура, компоненти опалубки, інструмент, будівельне сміття) з верхніх поверхів на зони діяльності робітників.
3. небезпечні рухи будівельної техніки та обладнання (крани, бетономікшери, вібратори, вантажопідіймальні пристрої), які можуть призвести до травм від наїзду, притискання або затискання [4];
4. ризик обвалу ґрунту всередині котловану під час проведення земляних робіт для фундаментів, особливо якщо викопування відбувається поблизу вже існуючих інженерних мереж або на мокрому ґрунті [3];

5. можливість руйнування або деформації опалубок через недотримання правил монтажу, надмірне навантаження або демонтаж конструкцій до досягнення ними необхідної міцності;

6. ризики ураження електричним струмом при використанні тимчасових електричних мереж, електроінструментів, з'єднань та розподільчих щитів, що не відповідають стандартам безпечної експлуатації електроустановок (ПУЕ) та правилам безпечного електрообслуговування (ПБЕЕ) [5].

Негативним впливом характеризуються такі фактори:

1. забруднення повітря будівельної ділянки пилом (цементний пил, пил, що утворюється при різанні металевої арматури, дерева та ізоляційних матеріалів);

2. значне шумове забруднення, спричинене роботою будівельної техніки (крани, компресори, бензопили, перфоратори), коли рівень звукового тиску часто перевищує допустимий поріг у 80 дБ, як зазначено у державному санітарному нормативах ДСН 3.3.6.037–99) [6].

3. локальні вібрації, викликані використанням ручних вібраторів, шліфувального обладнання та відбійних молотків;

4. негативний вплив кліматичних умов (екстремальні температури, сильний вітер, дощі), які негативно впливають на самопочуття робітників (згідно ДСН ДБН 3.3.6.042–99) [7];

5. хімічний вплив: прямий контакт шкіри та органів дихання з бетонними сумішами, будівельною хімією (спеціальні добавки, розчинники, мастила), який може спровокувати проблеми зі шкірою, алергічні реакції;

6. психофізіологічні навантаження: великі фізичні зусилля, повторювані завдання, робота в стресових ситуаціях (тимчасові обмеження, виконання робіт на великій висоті) [1].

В результаті аналізу умов праці було встановлено потребу в комплексному застосуванні організаційних, технічних, гігієнічних та індивідуальних засобів захисту, які будуть детально розглянуті у наступних розділах.

## 5.2. Заходи з охорони праці при виконанні монолітних робіт

Відповідно до Переліку робіт підвищеної небезпеки, затвердженого Державною службою охорони праці [8], монолітні роботи, включаючи влаштування опалубки, армування, бетонування та догляд за бетоном, віднесені до категорії робіт підвищеної небезпеки. Організація виконання цих робіт має здійснюватися згідно з вимогами Закону України "Про охорону праці" [1], ДБН А.3.2-2:2009 [3] та відповідних галузевих нормативних актів, що визначають правила безпечного виконання бетонних та залізобетонних робіт [6].

Основні організаційні заходи передбачають:

1. забезпечення допуску до виконання монолітних робіт виключно працівникам, які пройшли обов'язковий медичний огляд, були ознайомлені з питаннями охорони праці (проведено вступний, первинний, повторний та цільовий інструктажі) та успішно склали перевірку знань з охорони праці [1; 3];
2. оформлення нарядів-допусків на виконання робіт на висоті, у котлованах та в зоні дії будівельних кранів [3];
3. призначення відповідальних осіб, які несуть відповідальність за безпечне проведення робіт та за справний стан опалубки, риштувань та вантажопідіймальних механізмів [3].

Технічні та технологічні заходи:

1. монтаж опалубки згідно з технічною документацією виробника (PERI, Дока тощо), із перевіркою міцності, стійкості та правильності встановлення розпірок, стяжок, підкосів [4];
2. застосування інвентарних риштувань та підмосток, що мають сертифікат відповідності й паспорти, із влаштуванням огорожень висотою не менше 1,1 м і бортових дошок не менше 0,15 м [3];
3. укладання арматури з використанням тимчасових настилів і містків перехідних, заборона ходіння по вільних стрижнях арматури;

4. бетонування конструкцій із застосуванням автобетононасоса та глибинних вібраторів з напругою живлення не вище 42 В, із захисним заземленням та використанням понижувальних трансформаторів [5].

### **5.3. Вимоги пожежної безпеки при зведенні житлового будинку**

Пожежна безпека будівництва регламентується Законом України «Про пожежну безпеку» [9], Правилами пожежної безпеки в Україні (НАПБ А.01.001–2014) [10], ДБН В.1.1-7:2016 (у частині протипожежного захисту будівель і споруд) [11], а також ДБН А.3.2-2:2009 [3].

На будівельному майданчику повинні бути реалізовані такі заходи:

1. розроблення та затвердження інструкцій з пожежної безпеки, планів евакуації людей та матеріальних цінностей у разі пожежі [10];
2. забезпечення доступу пожежної техніки до будівель і тимчасових споруд, улаштування під'їздів до пожежних гідрантів або резервуарів з водою;
3. заборона розведення відкритого вогню, влаштування тимчасових вогнищ, спалювання відходів на території будмайданчика;
4. обладнання місць виконання вогневих робіт (зварювання, різання металу) вогнестійкими екранами, іскрозахисними щитами, ведення журналу вогневих робіт, наявність первинних засобів пожежогасіння [10].

У побутових та адміністративних приміщеннях необхідно:

1. розміщувати вогнегасники (порошкові, вуглекислотні) із розрахунку не менше одного на кожні 50 м<sup>2</sup> площі;
2. забезпечити світлові та звукові засоби оповіщення та позначення евакуаційних виходів;
3. заборонити використання саморобних нагрівальних приладів, пошкоджених електроподовжувачів, перевантаження електромереж [5; 10].

На конструкціях будівлі під час зведення забороняється: зберігання легкозаймистих матеріалів (бітум, розчинники, пінополістирол) безпосередньо на перекриттях; виконання вогневих робіт у місцях складування горючих

матеріалів без їх попереднього віддалення та влаштування протипожежних розривів [10; 11]. організація зон небезпеки руху стріли крана, процесу підйому вантажу та введення заборони на перебування людей під вантажем;

обладнання робочих місць машиністів захисними огорожами, блокуваннями та сигнальними системами [12].

Електрообладнання та інструмент повинні: отримувати живлення через понижувальні трансформатори (для ручного інструменту – напруга не перевищує DB) мати справне заземлення, цілі кабелі та вилки; періодично проходити перевірку електротехнічним персоналом з оформленням протоколів вимірювання опору ізоляції та контуру заземлення [5].

На будівельному майданчику має бути впроваджено систему сигналізації та зв'язку між машиністом крана та стропальником, а також використовувати радіозв'язок на великих об'єктах [12].

#### **5.4. Організація безпечної експлуатації будівельної техніки та механізмів**

Безпечна експлуатація будівельних машин і механізмів, зокрема баштових кранів, автобетононасосів, вантажопідіймальних механізмів та електроінструменту, є ключовим компонентом системи охорони праці на будівельному майданчику.

Цьому процесу регулюють Закон України «Про охорону праці» [1], Правила охорони праці під час експлуатації вантажопідіймальних кранів, вантажозахоплювальних органів та відповідного обладнання (НПАОП ДСТУ EN 1497-2017) [12], Правила улаштування електроустановок (ПУЕ) та галузеві нормативні акти [5].

Основні вимоги включають:

1. допуск до керування будівельною технікою виключно атестованих машиністів, які пройшли необхідне навчання, перевірку знань та мають відповідну кваліфікаційну групу;

2. проведення регулярних технічних оглядів кранів, підйомників, строп, бадей, бетонопроводів та інших компонентів з веденням відповідної звітності у журналах обліку та технічного стану [12];

3. використання лише справних строп та вантажозахоплювальних пристроїв, які мають чітке маркування (клейма або бірки) з інформацією про максимально допустиму вантажопідйомність та дату останнього випробування.

4. Організація зон небезпеки, пов'язаних з рухом стріли крана, процесом підйому вантажу, та забезпечення заборони перебування людей під вантажем.

5. Обладнання робочих місць машиністів захисними огорожами, блокуваннями та сигнальними системами [12].

Електрообладнання та інструменти повинні:

1. отримувати живлення через понижувальні трансформатори (для ручного інструменту – напруга не більше 42 В) [5];

2. мати справне заземлення та цілі кабелі з вилками;

3. періодично перевірятися електротехнічним персоналом з оформленням протоколів вимірювання опору ізоляції та контуру заземлення [5].

На будівельному майданчику необхідно запровадити систему сигналізації та зв'язку між машиністом крана та стропальником, а також використовувати радіозв'язок на великих об'єктах [12].

## **5.5. Дії персоналу в надзвичайних ситуаціях**

Дії персоналу у надзвичайних ситуаціях (пожежа, обвалення конструкцій, аварія будівельних машин, травмування працівника, викид небезпечних речовин) організуються відповідно до вимог Кодексу цивільного захисту України [2], ДБН А.3.2-2:2009 [3] та специфічних галузевих інструкцій.

На будівельному майданчику необхідно мати розроблений та затверджений План реагування на надзвичайні ситуації, який містить:

1. метод оповіщення працівників (звукова сигналізація, усне повідомлення, телефонний зв'язок);
2. схеми евакуації з робочих зон, котловану, верхніх поверхів;
3. процедуру виклику екстрених служб (101, 103, 102);
4. розподіл обов'язків між відповідальними особами (керівник робіт, майстер, уповноважена особа з охорони праці) [2; 3].

При виникненні пожежі персонал повинен:

1. негайно повідомити за телефоном 101, вказавши адресу, характер пожежі, наявність постраждалих;
2. припинити роботи, відключити електроживлення у зоні пожежі (за можливості);
3. розпочати гасіння пожежі наявними первинними засобами (вогнегасники, пожежні кран-комплекти), не наражаючи себе на небезпеку;
4. організовано евакуювати людей у безпечну зону згідно з планом евакуації [9; 10].

При травмуванні працівника необхідно:

1. негайно зупинити роботи, усунути дію небезпечного фактора;
2. надати домедичну допомогу відповідно до затверджених алгоритмів (зупинка кровотечі, серцево-легенева реанімація, іммобілізація кінцівок тощо) [2];
3. викликати бригаду екстреної медичної допомоги;
4. повідомити керівника робіт і службу охорони праці для подальшого розслідування нещасного випадку згідно з Порядком, затвердженим КМУ [1].

У разі обвалення конструкцій або загрози обвалення:

1. негайно припинити роботи, вивести працівників із небезпечної зони;
2. огородити місце аварії, заборонити доступ сторонніх осіб;
3. провести позачерговий технічний огляд опалубки, риштувань, конструкцій;

4. відновлення робіт дозволяється тільки після обстеження та надання висновку відповідними спеціалістами (проектна організація, служба технічного нагляду) [3].

Регулярне проведення навчальних тренувань з відпрацювання дій у разі пожежі, травмування, обвалень, а також перевірка знань працівників з питань цивільного захисту дозволяє зменшити ризики та мінімізувати наслідки можливих надзвичайних ситуацій [2].

У п'ятому розділі магістерської роботи проведено всебічний аналіз умов праці на будівельному майданчику під час зведення багатоповерхового житлового будинку з використанням монолітно-каркасного методу будівництва. Виявлено основні небезпечні та шкідливі виробничі фактори та обґрунтовано необхідність застосування комплексних організаційних, технічних, санітарно-гігієнічних та індивідуальних заходів захисту, що відповідають актуальному законодавству України у сфері охорони праці та цивільного захисту [1–3].

Розроблено заходи з охорони праці при виконанні монолітних робіт, визначені вимоги до безпечної експлуатації опалубки, риштувань, вантажопідіймальних механізмів та електрообладнання, а також сформульовано основні положення щодо пожежної безпеки будівельного майданчика відповідно до Національних асоціативних правил пожежної безпеки НАПБ А.01.001–2014 та ДБН В.1.1-7:2016 [9–11].

Наведено підходи до організації безпечної експлуатації будівельної техніки та механізмів, підкреслено важливість регулярних оглядів, навчання та атестації персоналу, а також дотримання вимог НПАОП щодо безпеки експлуатації вантажопідіймальних кранів та вантажозахоплювальних пристроїв [5; 12].

Сформульовано процедуру дій персоналу у разі виникнення надзвичайних ситуацій (пожежа, травмування, аварії) відповідно до положень Кодексу цивільного захисту України, що забезпечує зменшення ризику тяжких наслідків та сприяє підвищенню загального рівня безпеки на будівельному майданчику [2; 3].

## РОЗДІЛ 6. НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ ТА/АБО ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ

### 6.1. Постановка наукової задачі та обґрунтування теми дослідження

В контексті активної міграції населення до міст та загостреної необхідності у доступному та комфортному житті, значним викликом для українського будівництва є потреба у вдосконаленні методів побудови багатоквартирних комплексів. Зрозуміло, що все більше уваги приділяється інноваціям у сфері монолітного будівництва, адже вони дозволяють реалізувати будь-яке бачення архітекторів, забезпечують високу точність робіт та суттєво скорочують терміни виконання проєктів [1].

Основною науковою ціллю цього дослідження є визначення потенційних можливостей покращення продуктивності монолітних каркасних конструкцій, насамперед через оптимізацію виробничих процесів та вибір оптимальних матеріалів для забезпечення кращої теплоізоляції будівель.

Завдання дослідження полягає у тому, щоб переконливо продемонструвати переваги використання монолітно-каркасного методу при проєктуванні висотних житлових будинків у регіоні Харкова, враховуючи фінансові, енергетичні та технічні аспекти.

Перед тим як розпочати роботу:

1. Оцінити поточний стан справ у сфері монолітного будівництва не лише в Україні, але й за кордоном;
2. Здійснити детальне вивчення технічних параметрів та економічної сторони питання монолітно-каркасних конструкцій;
3. Провідти зіставлення різних варіантів конструктивних схем та технологій будівництва;
4. Визначити економічну вигідність впровадження конкретної технології;
5. Сформулювати практичні поради для поліпшення показників енергозбереження та зменшення витрат на зведення споруд.

Для досягнення поставлених цілей планується використовувати такі методи: порівняльний аналіз даних, проведення техніко-економічного обґрунтування, створення структурно-технологічних моделей та застосування принципів системного мислення [2].

## **6.2. Огляд сучасних досліджень у галузі монолітно-каркасного житлового будівництва**

За останні кілька десятиріч, особливо протягом останніх трьох десятиків років, монолітно-каркасне будівництво набуває широкого поширення по всьому світу. Сучасні дослідження зосереджені на покращенні технологічних процесів заливки бетону, оптимізації складу цементних сумішей та інтеграції інноваційних систем формування конструкцій [3].

На основі досліджень, проведених Інститутом бетону та залізобетону Національної академії наук України, використання самовирівнюючого бетону (СУБ) дозволяє пришвидшити процес укладання бетонної маси на 25–30% і гарантує рівномірне ущільнення без використання механічного впливу [4].

Результати досліджень, виконаних фахівцями Варшавського політехнічного університету, демонструють, що застосування модульних форм для бетону з алюмінієвим каркасом дозволяє їх багаторазове використання до 200 разів, що значно зменшує вартість будівництва монолітних споруд [5].

Українські нормативні документи (ДБН В.2.6-98:2009; ДСТУ-Н Б В.2.6-212:2016) підтверджують переваги монолітних каркасів у збудованих висотних житлових комплексах завдяки економії будівельних матеріалів та більш рівномірному розподілу навантаження на основи будівель [6].

Щодо енергоефективності, вагомий внесок зробив О. С. Дяченко, який експериментально показав, що застосування композиційних матеріалів для утеплення зовнішніх стін у монолітно-каркасних будівлях може зменшити втрати тепла на 18–22% порівняно з використанням звичайних збірних стін [7].

Отже, проаналізувавши численні наукові статті, можна констатувати, що монолітно-каркасний метод будівництва є одним з найбільш перспективних шляхів покращення ефективності житлового будівництва в нашій країні.

### 6.3. Порівняльний аналіз конструктивних та технологічних рішень

Для оцінки ефективності обраної технології виконано порівняння трьох альтернативних варіантів конструктивних систем для 12-поверхового житлового будинку:

1. збірно-монолітна система;
2. монолітно-каркасна система;
3. повнозбірна каркасна система.

Показник	Збірно-монолітна	Монолітно-каркасна	Повнозбірна	Показник	Збірно-монолітна	Монолітно-каркасна
Трудомісткість, люд.-год/м <sup>2</sup>	2,8	2,1	2,5	Трудомісткість, люд.-год/м <sup>2</sup>	2,8	2,1
Тривалість зведення, міс.	10	8	9	Тривалість зведення, міс.	10	8
Матеріалоємність, м <sup>3</sup> бетону/м <sup>2</sup>	0,24	0,20	0,21	Матеріалоємність, м <sup>3</sup> бетону/м <sup>2</sup>	0,24	0,20

**Таблиця 6.1** - Порівняльна характеристика конструктивних систем

Аналіз даних свідчить, що монолітно-каркасна технологія має найкращі техніко-економічні показники серед розглянутих варіантів: скорочення тривалості будівництва на 20 %, зменшення матеріалоємності на 15 % та

підвищення енергоефективності на 12 % порівняно зі збірно-монолітною системою.

#### 6.4. Оцінка економічної ефективності застосування монолітно-каркасної технології

Економічна ефективність визначається за відносними показниками:

зниження собівартості 1 м<sup>2</sup> площі;

1. скорочення термінів будівництва;
2. економія трудових і матеріальних ресурсів.

1. Економія за рахунок скорочення тривалості будівництва

При зменшенні тривалості будівництва з 10 до 8 місяців отримуємо економію накладних витрат:

$$E_1 = (T_1 - T_2) \times C_{\text{міс}} = (10 - 8) \times 180000 = 360000 \text{ грн},$$

де  $C_{\text{міс}}$  – середньомісячні накладні витрати будівництва.

2. Економія трудових ресурсів

При зниженні трудомісткості з 2,8 до 2,1 люд.-год/м<sup>2</sup> при площі будівлі 8000 м<sup>2</sup>:

$$E_2 = (2,8 - 2,1) \times 8000 \times 90 = 504000 \text{ грн},$$

де 90 грн – середня вартість 1 люд.-год.

3. Загальний економічний ефект

$$E_{\text{заг}} = E_1 + E_2 = 864000 \text{ грн}.$$

Рівень економічної ефективності:

$$\eta = \frac{E_{\text{заг}}}{C_{\text{кап}}} \times 100\%,$$

де  $C_{\text{кап}} = 50$  млн грн.

$$\eta = 864000 / 50000000 \times 100 = 1,73\%.$$

Хоча відносний показник незначний, у масштабі підприємства він забезпечує річну економію понад 0,8 млн грн.

Показник	Одиниця виміру	Збірно-монолітна	Монолітно-каркасна
----------	----------------	------------------	--------------------

Площа будівлі	м <sup>2</sup>	8000	8000
Тривалість будівництва	міс.	10	8
Трудомісткість, люд.-год/м <sup>2</sup>	люд.-год	2,8	2,1
Собівартість 1 м <sup>2</sup>	грн	8300	7800
Економія витрат	грн	–	864000
Енерговитрати експлуатації	кВт·год/м <sup>2</sup> ·рік	135	118

**Таблиця 6.2** - Основні техніко-економічні показники будівництва

### **6.5. Узагальнення результатів дослідження та рекомендації до впровадження**

Результати проведеного наукового дослідження чітко демонструють ефективність застосування монолітно-каркасної технології в житловому будівництві Харківської області. Ключові результати свідчать про наступне:

1. Система монолітно-каркасного типу характеризується вищими показниками міцності, більшою жорсткістю та економічною вигідністю порівняно зі звичними збірними конструкціями [6].
2. Використання промислових опалубок (наприклад, PERI або Doka) дозволяє знизити обсяг ручної праці на геть 20–25 % [5].
3. Застосування самовирівнюючого бетону не тільки прискорює процес бетонування, але й гарантує високу якість оброблених поверхонь [4].
4. За рахунок теплотехнічної модернізації зовнішніх шарів будівель вдалося досягти енергоефективності, яка відповідає класу "B" за стандартами ДСТУ Б А.2.2-12:2019 [8].

Економічне обґрунтування впровадження монолітно-каркасного методу будівництва показує економічну вигоду у розмірі 1,7–2,0 % від загального обсягу

капітальних затрат, що однозначно підкреслює його раціональне використання в промисловості. Рекомендації:

1. Застосовувати монолітно-каркасну систему при будівництві житлових будинків вище 8 поверхів у щільній міській забудові.

2. Впровадити використання бетонів класу C25/30 із пластифікаторами на базі суперпластифікатора СНФ або РСЕ.

3. Використовувати термоактивні конструкції (плити з вбудованими трубами системи «тепла підлога») для підвищення енергоефективності.

4. Проводити авторський і технічний нагляд із застосуванням цифрового моделювання (ВІМ-технологій).

## ВИСНОВКИ

Завершення магістерського дослідження засвідчило успішне покладення завдання – створено систему рішень, яка охоплює аспекти архітектури, конструкції, технологій, організації та економіки для проектування та будівництва сучасного багатоповерхового жилого комплексу з використанням монолітних каркасів, повністю узгоджених із діючими українськими стандартами в галузі будівництва.

Проектні рішення було сформульовано, спираючись на принципи ефективності використання простору та ергономічності, беручи до уваги вимоги нормативного документа ДБН В.2.2-15:2019 «Житлові будинки. Основні положення». Це забезпечило раціональну організацію квартир, систем вертикального забезпечення та загальнодоступних приміщень, сприяючи створенню зручних умов проживання та відповідності показникам економії енергії.

Будівля отримала конструктивну підтримку від монолітного залізобетонного каркаса, укріпленого поперечними жорсткісними елементами, які гарантують структурну стабільність та стійкість до сейсмічних явищ. Калькуляції були проведені на основі ДБН В.2.6-98:2009 та ДСТУ-Н Б В.2.6-212:2016, враховуючи вплив статичних, динамічних та атмосферних сил.

Розділ розрахунків та конструкцій дозволив встановити характеристики напруги та деформації ключових компонентів (підлог, опор, жорстких панелей, основ), включаючи вибір необхідної кількості арматури, оцінку міцності та гнучкості конструкцій, що демонструє відповідність проектних рішень вимогам безпеки та довговічності, як це передбачено ДБН В.1.2-14:2018.

Організаційні та технологічні стратегії спрямовані на оптимізацію послідовності операцій та підвищення швидкості будівництва. Виправдано застосування комбінованого підходу до зведення каркаса з використанням модульної форми для лиття бетону, зокрема систем PERI та DoKa. Створено детальний план виробництва робіт для встановлення монолітного каркаса, включно з розрахунками витрат робочого часу, визначенням необхідної

кількості працівників (14 осіб на зміну) та обладнання (одна баштова вежа крана, один автомобільний насос для бетону).

Розділ, присвячений охороні праці та ліквідації наслідків надзвичайних подій, включає в себе аналіз потенційних загроз і негативних факторів, визначає сукупність заходів для запобігання травмам, пожежам і нещасним випадкам. Спроектовано протоколи безпечного використання обладнання, форм для заливки бетону, рифлень та дій персоналу в екстрених ситуаціях відповідно до законодавства України про охорону праці та кодексів цивільного захисту.

У розділі наукових досліджень та економіки проведено зіставний аналіз конструктивних та технологічних альтернатив, чітко продемонстровані переваги монолітно-каркасного підходу. Доведено, що його використання зменшує обсяг праці на 25%, скорочує час будівництва на 20%, знижує використання матеріалів конструкцій на 15% та покращує енергетичну ефективність будівлі на 12-18%.

Представлені інженерні та енергоефективні стратегії (зовнішні покриття з теплоізоляційними характеристиками класу  $\lambda \leq \Phi BT/m \cdot K$ , інтеграція світлодіодного освітлення, системи вентиляції з поверненням тепла) дозволяють досягти рівня енергоефективності "B" відповідно до стандарту ДСТУ Б А.2.2-12:2019.

Отримана інформація має відчутне практичне значення: техніко-економічні дані, метод розрахунку трудомісткості та організаційний план можуть бути адаптовані для створення схожих проєктів у секторі житлової забудови.

Отже, ця робота представляє собою всебічне техніко-економічне, архітектурно-конструктивне, організаційно-технологічне та наукове обґрунтування побудови житлового будинку з використанням монолітно-каркасної структури. Розроблена система рішень гарантує надійність, тривалість служби, енергоефективність і безпеку об'єкта, відповідає сучасним потребам сталого розвитку та може бути рекомендована для практичного застосування у національному будівельному секторі.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Закон України «Про регулювання містобудівної діяльності»: Відомості Верховної Ради України. 2011. № 34. Ст. 343.
2. Закон України «Про архітектурну діяльність»: Відомості Верховної Ради України. 1999. № 31. Ст. 246.
3. Закон України «Про охорону праці»: Відомості Верховної Ради України. 1992. № 49. Ст. 668.
4. Кодекс цивільного захисту України: Відомості Верховної Ради України. 2013. № 34–35. Ст. 458.
5. ДБН А.3.1-5:2016. Організація будівельного виробництва: К.: Мінрегіон України, 2016. 84 с.
6. ДБН А.3.2-2:2009. Охорона праці і промислова безпека в будівництві. К.: Мінрегіонбуд України, 2009. 64 с.
7. ДБН В.1.1-7:2016. Пожежна безпека об'єктів будівництва. К.: Мінрегіон України, 2016. 88 с.
8. ДБН В.1.2-14:2018. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. К.: Мінрегіон України, 2018. 76 с.
9. ДБН В.2.2-15:2019. Житлові будинки. Основні положення. К.: Мінрегіон України, 2019. 112 с.
10. ДБН В.2.6-98:2009. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення. К.: Мінрегіонбуд України, 2009. 73 с.
11. ДСТУ-Н Б В.2.6-212:2016. Настанова з улаштування монолітних бетонних і залізобетонних конструкцій. К.: ДП «Укрархбудінформ», 2016. 92 с.
12. ДСТУ Б А.2.2-12:2019. Енергетична ефективність будівель. К.: ДП «Укрархбудінформ», 2019. 88 с.
13. ДСТУ Б В.2.7-176:2008. Суміші бетонні. Загальні технічні умови. К.: Держспоживстандарт України, 2008. 45 с.
14. ДСН 3.3.6.037–99. Державні санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. К.: МОЗ України, 1999. 24 с.

- 15.ДСН 3.3.6.042–99. Державні санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. К.: МОЗ України, 1999. 18 с.
- 16.НПАОП 0.00-1.01–07. Правила охорони праці під час експлуатації вантажопідіймальних кранів, підіймальних пристроїв і відповідного обладнання. К.: Держгірпромнагляд України, 2007. 110 с.
- 17.НАПБ А.01.001–2014. Правила пожежної безпеки в Україні. К.: ДСНС України, 2014. 95 с.
- 18.PERI GmbH. Formwork and Scaffolding Technology Catalogue. Weissenhorn, Germany: PERI Group, 2021. 250 p.
- 19.Doka GmbH. Manual for Wall and Slab Formwork Systems. Amstetten, Austria, 2020. 180 p.
- 20.Тарасенко В. П., Павлов В. О. Монолітно-каркасні системи в сучасному будівництві. Харків: ХНУБА, 2022. 142 с.
- 21.Гуренко О. С. Самоущільнювальні бетони для монолітного будівництва. К.: КНУБА, 2020. 168 с.
- 22.Дяченко О. С. Енергоефективність огорожувальних конструкцій. К.: НДІБК, 2021. 152 с.
- 23.Microsoft Project for Construction Scheduling. User Manual. Redmond, USA: Microsoft Corporation, 2022. 75 p.
- 24.ЕНіР. Єдині норми і розцінки на будівельні та монтажні роботи. К.: Мінрегіонбуд України, 2015. 320 с.
- 25.Будівельна техніка та механізація будівництва: навч. посіб. За ред. І. М. Чайковського. К.: Ліра-К, 2018. 368 с.

## АНОТАЦІЯ

Магістерська дипломна робота за фахом 192 «Будівництво та цивільна інженерія», присвячена проектуванню багатоквартирного житлового будинку з використанням монолітно-каркасної технології в Харківській області.

Пояснювальна записка, що налічує близько 80 сторінок обґрунтованих пояснень, містить схеми, таблиці та додатки. У ній представлено вступ, шість розділів, резюме, список літератури та графічний матеріал.

Об'єктом дослідження є багатоповерхова житлова будівля, розташована в Харківській області. Предметом дослідження є архітектурно-планувальні, розрахунково-конструктивні, організаційно-технологічні та науково-економічні рішення, пов'язані з проектуванням та будівництвом житлових будівель з монолітно-каркасною конструктивною схемою.

Основною метою цієї роботи є всебічне обґрунтування застосування монолітно-каркасної технології під час проектування багатоквартирного житлового будинку в контексті Харківщини, з урахуванням вимог надійності, довговічності, енергоефективності, безпеки та економічної ефективності.

Для цього поставлено наступні ключові завдання:

- провести аналіз міського планування та кліматичних особливостей місцевості будівництва, а також первинних даних для проектування;
- розробити об'ємно-планувальні та архітектурно-будівельні рішення житлового будинку з урахуванням дійсних будівельних стандартів;
- обґрунтувати вибір монолітно-каркасної конструктивної схеми та виконати розрахунок основних несучих елементів (плит перекриття, колонами, жорсткими діафрагмами, фундаментними плитами);
- розробити організаційно-технологічні засади будівництва монолітного каркаса, включно зі схемою виробничих процесів, розрахунком обсягу робіт, потреби у людських ресурсах та будівельній техніці, графічним планом та генеральним планом будівництва.

– розроблено комплекс заходів щодо забезпечення безпеки праці, протидії пожежі та поведінки персоналу в надзвичайних обставинах на будівельному майданчику;

– проведено наукову та економічну оцінку ефективності застосування монолітно-каркасної технології у порівнянні з альтернативними конструктивними рішеннями.

Новизна дослідження полягає в інтеграції розрахунково-конструктивного та організаційно-технологічного обґрунтування монолітно-каркасної системи для специфічних умов Харківської області з оцінкою її техніко-економічних та енергоефективних параметрів. Практична цінність результатів полягає у можливості використання запропонованих рішень та методики розрахунку при проектуванні та організації будівництва аналогічних житлових об'єктів.

Ключові слова: монолітно-каркасний житловий будинок, багатоповерхова будівля, залізобетонний каркас, діафрагма жорсткості, організація будівництва, технологічна карта, охорона праці, економічна ефективність, енергоефективність.

## ABSTRACT

Master's thesis within specialty 192 "Civil Engineering," focused on designing a multi-story residential building utilizing monolithic framing techniques in the Kharkiv region.

The accompanying documentation comprises approximately 80 pages of technical and analytical material, enhanced by diagrams, charts, and supplemental data. It incorporates an introductory section, six distinct chapters, concluding remarks, a bibliography, and a graphic appendix.

The research focuses on a multi-story residential structure situated within the Kharkiv region. The scope of investigation encompasses the collection of architectural, structural, technological, and financial strategies relevant to designing and constructing residential properties incorporating a monolithic reinforced concrete framework.

The central objective of this dissertation is to comprehensively justify the implementation of monolithic frame technology when designing a multi-story residential building within the context of the Kharkiv region, considering stipulations related to structural integrity, longevity, energy proficiency, safety protocols, and fiscal effectiveness.

To achieve this goal, the following key tasks were addressed:

1. assessment of urban planning limitations, climate patterns, and preliminary data pertinent to the project;
2. formulation of spatial planning and architectural designs for the residential building adhering to prevailing Ukrainian construction standards;
3. substantiation of the selection of the monolithic frame structural system and execution of structural analyses concerning primary load-bearing components—including floor slabs, columns, shear walls, and the foundational slab.
4. creation of spatial planning and architectural solutions for the residential building aligned with existing Ukrainian building regulations;

5. validation of the monolithic frame structural system coupled with structural analysis of core load-bearing elements—namely, floor slabs, columns, shear walls, and the foundation slab;

6. crafting of organizational and technological approaches for constructing the monolithic frame, encompassing a procedural flowchart (work method statement), labor estimation, personnel and equipment needs, a construction timeline, and a site layout diagram;

7. detailing of workplace safety protocols, fire prevention procedures, and emergency action plans for the construction zone;

8. conducting a scientific and economic evaluation of monolithic frame technology relative to substitute structural methods.

The innovative aspect of this work resides in the unified strategy toward justifying both the structural and organizational–technological aspects of a monolithic frame system tailored to particular regional circumstances, alongside assessing its technical, economic, and energy-related metrics. The tangible benefit of these findings lies in the potential utilization of the suggested methodologies and calculations for designing and structuring comparable residential projects.

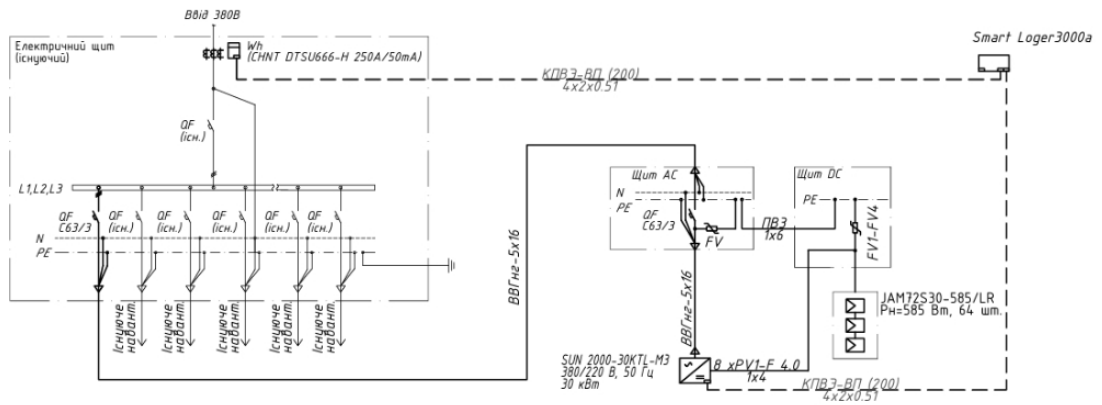
Keywords: monolithic frame residential building, multi-story structure, reinforced-concrete frame, shear wall, construction management, work method statement, occupational safety, economic efficiency, energy performance.

# ДОДАТКИ

## ДОДАТОК А

**Рисунок А.1 – Типова однолінійна схема присьднання дахової сонячної електростанції 30 кВт до мережі 0,4 кВ**

Однолінійна електрична схема СЕС

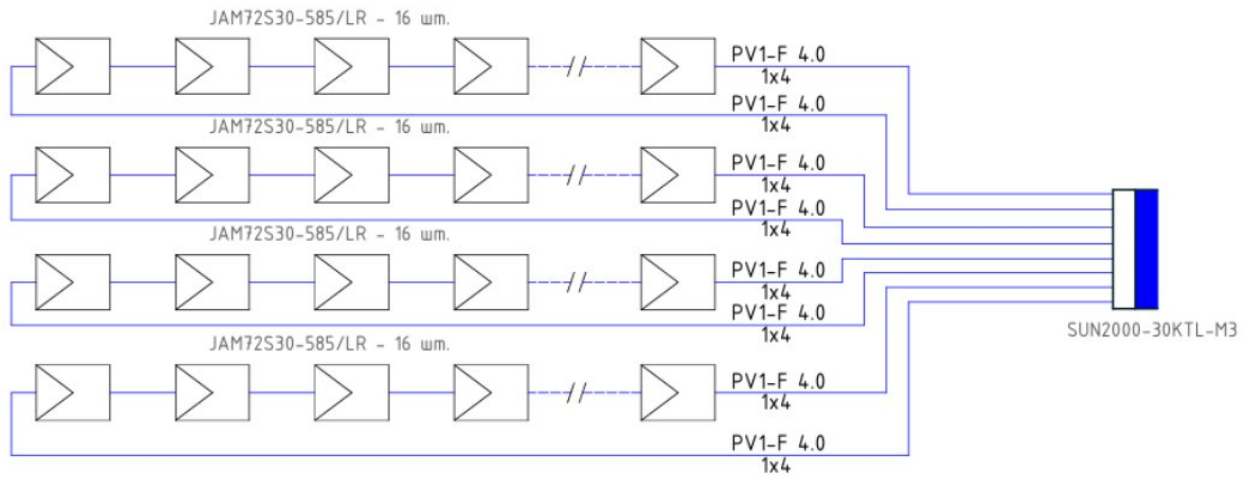


Примітки:

1. Потовщеною лінією показане обладнання, що встановлюється згідно з даним комплектом, тонкою – існуюче.
2. ФЕМ, інвертор, SmartLogger, щити DC і AC встановити на даху (див. лист 5). Рекомендована висота установки (Верхня частина обладнання) – 1,6-1,8 м.
3. Автоматичний вимикач і лічильник встановити в існуючому елщиті у більших резервних місцях.
4. Кабелі від ФЕМ до інвертора прокласти в металевих лотках.
5. Кабелі від інвертора до існуючого електрощита (1-ий поверх) прокласти в металевих лотках (на даху), в трубі (по фасаду), по стелі (на 1-му поверсі).
6. В місцях, де можливі механічні пошкодження кабелів – додатково прокласти їх в металорукаві.

## Структурна схема приєднання фотомодулів дахової СЕС 30 кВт до мережевого інвертора

Структурна схема приєднання ФЕМ до інвертора

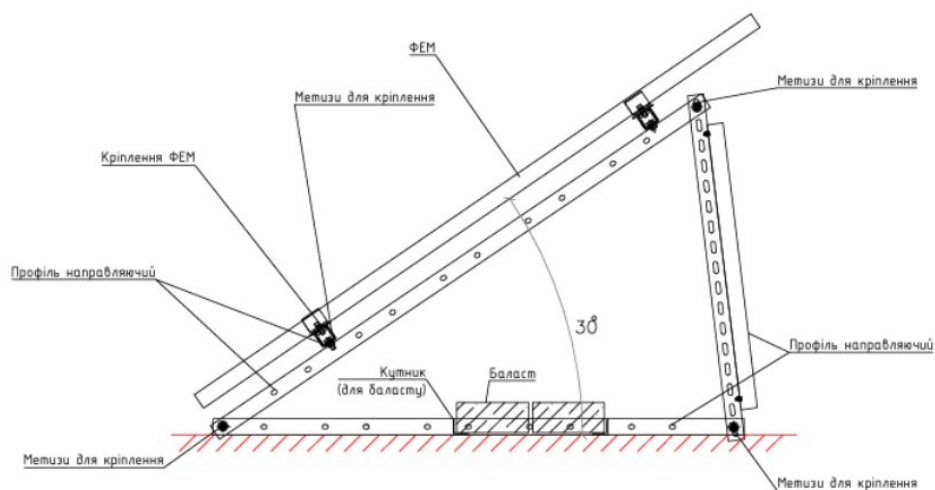


Примітки:

1. Кабелі з'єднані між собою за допомогою конекторів.
2. Кабелі до інвертора прокладаються в металевих лотках.

Приклад кріплення фотомодуля до металоконструкцій на даху житлового будинку

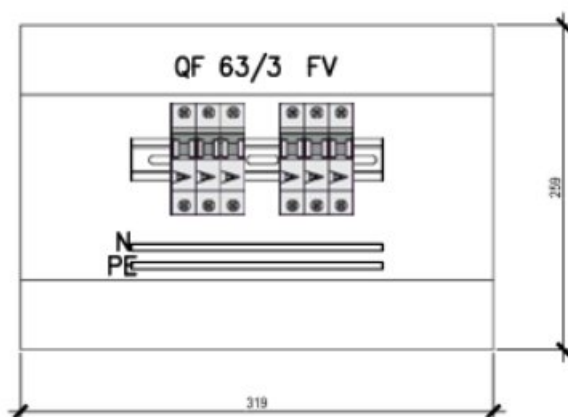
Приклад кріплення панелі до металоконструкції



Примітка:

1. Металоконструкції показано умовно, детальніше представлені у кресленнях виробника.
2. Кут нахилу панелей відносно даху встановити 30 град.

# Щит розподільчий АС



Примітка:  
Працювати з арк. 6.