

**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ МІСЬКОГО
ГОСПОДАРСТВА ІМЕНІ О.М. БЕКЕТОВА**

**НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
БУДІВНИЦТВА, ЗЕМЛЕУСТРОЮ ТА ЦИВІЛЬНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ**

Кафедра технології та організації будівельного виробництва

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА
ЗВЕДЕННЯ 15 - ПОВЕРХОВОГО БУДИНКУ У ХАРКОВІ**

Розробила: студ. IV курсу, групи ПЦБ 2022-1
спеціальності 192 - Будівництво та цивільна інженерія
ОП «Промислове та цивільне будівництво»
Мусаткіна Олександра Сергіївна 

Керівник: доц. Братішко С.М.



Рецензент: к.ек.н., доц. Савченко О.І.



**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ МІСЬКОГО
ГОСПОДАРСТВА імені О.М. БЕКЕТОВА**

**НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
БУДІВНИЦТВА, ЗЕМЛЕУСТРОЮ ТА ЦИВІЛЬНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ**

ЗАТВЕРДЖУЮ:
Завідувач кафедри ТОБВ
д.т.н., проф. Шумаков І.В.

« » червня 2026 р.



З А В Д А Н Н Я
ДО ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ БАКАЛАВРА

МУСАТКІНОЇ ОЛЕКСАНДРИ СЕРГІЙВНИ

Спеціальність: 192 - Будівництво та цивільна інженерія

Освітньо-професійна програма: *Промислове та цивільне будівництво*

Тема кваліфікаційної роботи: Зведення 15-поверхового будинку у Харкові.

і затверджена наказом ректора ХНУМГ ім. О. М. Бекетова № 447-03 від
26.05.2026 р.

Термін подання завершеної роботи на кафедру “15” червня 2026 р.

Вихідні дані до кваліфікаційної роботи: інженерно-геологічні умови, основні вимоги до несучих та огорожувальних конструкцій будівлі, архітектурно-планувальне рішення об'єкту.

Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): архітектурно-будівельна частина, розрахунково-конструктивна частина, технологічні рішення та організація будівництва, розділ охорони праці.

Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):

- архітектурно-будівельна частина: фасади; плани; розріз будинку; основні конструктивні вузли; генплан.

-розрахунково-конструктивна частина: монолітна залізобетонна плита перекриття;нижнє та верхнє армування плити;розріз; специфікації; інженерно-геологічний розріз; схема пальового полю.

- технологічні рішення та організація будівництва: технологічна карта на бетонування з/б перекриття типового поверху; будгенплан; календарний графік.

КОНСУЛЬТАНТИ РОЗДІЛІВ РОБОТИ

Розділ		Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
			завдання видав	завдання прийняв
1. Архітектурно-будівельна частина		доц. Казімагомедов Ф.І.		
2. Розрахунково-конструктивна частина	Розрахунок підземної частини об'єкту	доц. Храпатова І.В.		
	Розрахунок надземної частини об'єкту	доц. Шемет Р.М.		
3. Технологічні рішення та організація будівництва		доц. Братішко С.М.		
4. Охорона праці		доц. Косенко Н.О.		
Нормоконтроль		зав.лаб. Зінов'єва О.М.		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1. Архітектурно-будівельна частина	05.04.26-25.04.26	виконано
2. Розрахунково-конструктивна частина	27.04.26-17.05.26	виконано
3. Технологічні рішення та організація будівництва	19.05.26-25.05.26	виконано
4. Охорона праці	26.05.26-06.06.26	виконано

Керівник кваліфікаційної роботи



доц. Братішко С.М.

Завдання прийняв до виконання



Мусаткіна О.С.

Дата видачі завдання “05”квітня 2026 р.

ЗМІСТ

Розділ 1. Архітектурно-будівельна частина.....	5
1.1 Кліматичні та нормативні передумови проектування об'єкта будівництва.....	5
1.2 Архітектурно-планувальна організація генерального плану території	6
1.3 Архітектурно-планувальна організація багатоповерхового житлового будинку	9
1.4 Конструктивна система та архітектурно-технічні рішення будівлі.....	12
1.5 Інженерне та санітарно-технічне оснащення житлового будинку	15
1.6 Теплотехнічний розрахунок та обґрунтування конструкції зовнішньої стіни.....	18
Розділ 2. Розрахунково-конструктивна частина	22
2.1 Дослідження інженерно-геологічних умов та обґрунтування фундаментної системи	22
2.2 Розрахунок надземної частини об'єкту.....	36
Розділ 3. Технологічні рішення та організація будівництва.....	43
Розділ 4. Охорона праці.....	69
Список використаних джерел.....	85

РОЗДІЛ І

АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Кліматичні та нормативні передумови проєктування об'єкта будівництва

Об'єктом проєктування є багатопверховий житловий будинок квартирного типу висотою 15 поверхів, що передбачається до будівництва на території міста Харків. Під час розроблення архітектурно-будівельних та конструктивних рішень враховуються природно-кліматичні умови району будівництва, а також чинні нормативні вимоги щодо забезпечення надійності, енергоефективності та довговічності споруди.

Відповідно до положень ДБН В.1.1-27:2021 «Будівельна кліматологія», територія будівництва належить до І будівельно-кліматичної зони та І кліматичного району. Для даного району характерні помірно континентальні кліматичні умови із суттєвими сезонними коливаннями температури зовнішнього повітря, наявністю тривалого опалювального періоду та впливом низьких зимових температур на експлуатаційні характеристики будівельних конструкцій.

При виконанні проєктних розрахунків прийнято такі основні кліматичні параметри району будівництва:

- розрахункова температура зовнішнього повітря найбільш холодної доби становить -29°C ;
- середня температура найбільш холодної п'ятиденки дорівнює -25°C ;
- нормативна глибина сезонного промерзання ґрунту складає 0,7 м.

Наведені кліматичні характеристики мають визначальний вплив на вибір конструктивної схеми будівлі, параметрів фундаментів, товщини теплоізоляційних шарів та інженерних рішень щодо забезпечення нормативного теплового режиму приміщень. Крім того, урахування глибини промерзання ґрунтів є необхідним для запобігання нерівномірним деформаціям основи та виникненню додаткових навантажень на підземні конструкції внаслідок морозного здимання.

Особливу увагу під час проєктування житлових будівель приділяють забезпеченню нормативних показників енергоефективності зовнішніх огорожувальних конструкцій. З цією метою при виборі матеріалів та конструктивних рішень враховуються вимоги чинних державних будівельних норм щодо мінімально допустимого опору теплопередачі.

Для зовнішніх стін житлової будівлі нормативний опір теплопередачі повинен бути не меншим ніж:

$$R_{qmin}=4 \text{ м}^2\cdot\text{К}/\text{Вт}$$

Для світлопрозорих огорожувальних конструкцій, зокрема віконних блоків, нормативне значення становить:

$$R_{qmin}=0,9 \text{ м}^2\cdot\text{К}/\text{Вт}$$

Забезпечення вказаних показників теплозахисту дозволяє знизити тепловтрати через огорожувальні конструкції, підвищити енергоефективність будівлі та забезпечити комфортні мікрокліматичні умови у житлових приміщеннях упродовж усього періоду експлуатації. Дотримання нормативних вимог також сприяє зменшенню витрат на опалення та підвищенню загальної експлуатаційної надійності об'єкта будівництва.

1.2 Архітектурно-планувальна організація генерального плану території

Проектування генерального плану житлового комплексу виконано з урахуванням вимог чинних містобудівних, санітарно-гігієнічних, екологічних та протипожежних нормативів. Територія будівництва розташована у межах міста Харків у сформованій житловій забудові з наявною транспортною та інженерною інфраструктурою.

Площа земельної ділянки, відведеної під будівництво багатоповерхового житлового будинку, становить 0,54 га. Планувальна структура ділянки розроблена відповідно до положень ДБН Б.2.2-12:2019 «Планування і забудова територій» із забезпеченням раціонального функціонального зонування території, безпечного транспортного обслуговування та комфортних умов проживання населення.

Під час формування генерального плану враховано нормативні відстані між існуючими та проєктованими будівлями, що забезпечують виконання вимог інсоляції, природного освітлення, пожежної безпеки та санітарного розриву між об'єктами забудови. Розміщення будинку на ділянці прийнято з урахуванням орієнтації за сторонами світу, що дозволяє забезпечити нормативну тривалість сонячного освітлення житлових приміщень та створити сприятливі умови внутрішнього мікроклімату.

Проектований житловий будинок розташовується у районі з розвиненою соціальною інфраструктурою. У безпосередній близькості знаходяться існуючі багатоквартирні житлові будинки, заклади дошкільної освіти, підприємства громадського обслуговування та озеленені території загального користування. Наявність поруч лісопаркової зони позитивно впливає на екологічний стан району та сприяє формуванню комфортного середовища для проживання.

Рельєф ділянки характеризується переважно спокійною поверхнею з незначним природним ухилом, що забезпечує сприятливі умови для виконання вертикального планування та організації поверхневого водовідведення. Інженерна підготовка території включає комплекс заходів щодо стабілізації поверхні, організації відведення атмосферних опадів та забезпечення нормативних умов експлуатації території упродовж року.

Транспортне обслуговування об'єкта здійснюється через систему внутрішньоквартальних проїздів, що підключаються до існуючої вулично-дорожньої мережі міста. До житлового будинку передбачено влаштування під'їздів шириною 5 м, які забезпечують безпечний рух легкового транспорту, автомобілів екстрених служб та пожежної техніки. Конструкція дорожнього покриття приймається з урахуванням розрахункового транспортного навантаження та кліматичних умов району будівництва.

У межах прибудинкової території передбачено влаштування:

- внутрішньодворових проїздів;
- пішохідних доріжок і тротуарів;

- майданчиків для короткочасного відпочинку населення;
- дитячого ігрового майданчика;
- господарських зон;
- озелених рекреаційних ділянок.

Пішохідні зони та майданчики передбачено виконувати з фігурних елементів мощення, що характеризуються високою зносостійкістю та естетичною виразністю. Вхідні групи житлового будинку, сходові марші та прилеглі пішохідні ділянки облаштовуються декоративним покриттям із протиковзкими властивостями, що підвищує безпеку пересування мешканців у різні пори року.

Під час розроблення генерального плану особлива увага приділена благоустрою та озелененню території. Проектом передбачено максимальне збереження існуючих зелених насаджень із додатковим висадженням декоративних дерев, кущів та газонних покриттів. Для озеленення використовуються породи рослин, адаптовані до кліматичних умов регіону та стійкі до антропогенного впливу.

До основних природоохоронних заходів належать:

- санітарне очищення території;
- ліквідація локальних несприятливих інженерно-геологічних процесів;
- укріплення та відновлення рослинного шару ґрунту;
- організація системи поверхневого водовідведення;
- зменшення запилення території шляхом комплексного озеленення.

Інженерне облаштування території включає організацію системи відведення дощових і талих вод. Поверхневий стік передбачається відводити відкритими лотками до дощоприймальних колодязів із подальшим скиданням у мережу закритої зливової каналізації. Побутові стічні води від будівлі транспортуються до зовнішніх мереж господарсько-побутової каналізації з подальшим очищенням на міських очисних спорудах.

Поздовжні та поперечні ухили проїздів і тротуарів прийнято відповідно до нормативних вимог щодо забезпечення безпечного руху транспорту та

ефективного водовідведення. Поперечний ухил дорожнього покриття прийнято рівним: $i=2\%$. Таке значення забезпечує організований стік атмосферних вод без утворення застійних зон на поверхні покриття.

Для забезпечення комфортного та безпечного користування територією у вечірній і нічний періоди проєктом передбачено систему зовнішнього освітлення прибудинкової території, пішохідних зон та місць громадського користування. Освітлювальні прилади розташовуються з урахуванням рівномірності освітлення та мінімізації зон затемнення.

У результаті реалізації прийнятих планувальних та інженерних рішень формується сучасне житлове середовище, що відповідає вимогам містобудівної організації території, забезпечує нормативний рівень комфорту проживання, безпечну експлуатацію об'єкта та належний санітарно-екологічний стан прибудинкової території.

1.3 Архітектурно-планувальна організація багатоповерхового житлового будинку

Проєктований об'єкт являє собою багатоквартирний житловий будинок підвищеної поверховості баштового типу, розташований у місті Харків. Архітектурно-планувальне рішення будівлі розроблене з урахуванням сучасних вимог до функціональності, енергоефективності, експлуатаційної безпеки та комфортності проживання населення.

Будівля має компактну об'ємно-просторову структуру та сформована у вигляді однієї блок-секції з центральним розташуванням вертикального комунікаційного вузла. Таке планувальне рішення забезпечує раціональне використання внутрішнього простору, скорочення протяжності інженерних мереж та підвищення ефективності експлуатації будинку.

Габаритні розміри споруди в координаційних осях становлять:

- у напрямку осей «1–15» – 29,7 м;
- у напрямку осей «А–Н» – 19,0 м.

Вертикальна структура будинку включає:

- технічне підпілля;

- перший нежитловий поверх;
- чотирнадцять типових житлових поверхів;
- теплий технічний поверх.

У технічному підпіллі передбачено розміщення основних інженерних систем будівлі, зокрема індивідуального теплового пункту, насосного обладнання, трубопроводів внутрішніх мереж та допоміжних технічних приміщень. Розташування інженерного обладнання у підземній частині будівлі забезпечує зручність обслуговування та зменшує рівень шумового впливу на житлові приміщення.

Перший поверх запроєктовано як громадсько-обслуговуючий та допоміжний рівень. На ньому передбачено вхідну групу, приміщення загального користування, технічні та допоміжні зони. Планувальна структура першого поверху забезпечує зручний доступ мешканців та відповідає вимогам безбар'єрності й евакуаційної безпеки.

Типові поверхи мають однакове функціонально-планувальне рішення. На кожному житловому поверсі розташовано чотири квартири:

- дві двокімнатні;
- дві трикімнатні.

Планування квартир виконано за принципом функціонального зонування приміщень із виділенням житлової та господарсько-побутової зон. Житлові кімнати орієнтовані з урахуванням нормативних вимог щодо природного освітлення та інсоляції, що забезпечує комфортні санітарно-гігієнічні умови проживання.

Центральне місце у структурі поверху займає сходово-ліфтовий вузол, який виконує функцію вертикальної комунікації та евакуації мешканців. До його складу входять:

- пасажирський ліфт;
- вантажопасажирський ліфт;
- сходові клітки;
- міжповерхові майданчики;

- коридорні переходи;
- евакуаційний вихід назовні.

Таке рішення забезпечує нормативну пропускну здатність вертикального транспорту та відповідає вимогам пожежної безпеки для житлових будинків підвищеної поверховості.

Технічний поверх запроєктовано теплим і призначено для розміщення вентиляційних камер, інженерних комунікацій, машинного відділення ліфтів та обладнання систем життєзабезпечення будівлі. Наявність теплового технічного поверху сприяє покращенню теплотехнічних характеристик покриття та зменшенню тепловтрат через верхню частину будинку.

Усі квартири забезпечені літніми приміщеннями у вигляді лоджій різної конфігурації. Архітектурна пластика фасадів формується за рахунок поєднання прямокутних та трапецієподібних лоджій, що надає будівлі виразного сучасного вигляду. Глибина лоджій прийнята в межах від 1,2 до 1,8 м, що забезпечує можливість їх повноцінного функціонального використання. Огородження лоджій мають висоту: $h=1,2\text{м}$, що відповідає вимогам безпеки експлуатації житлових будівель. Частина лоджій передбачена із застосуванням для підвищення енергоефективності та захисту від атмосферних впливів.

Висотні параметри будівлі прийнято з урахуванням нормативних вимог до житлових приміщень та забезпечення комфортного внутрішнього середовища. Висота поверху становить: $H_{\text{пов}}=3,08\text{м}$. При цьому чиста висота житлових приміщень складає: $h=2,85\text{м}$.

Такі параметри забезпечують належний повітрообмін, нормативний рівень природного освітлення та комфортні умови перебування людей у приміщеннях.

Усі житлові кімнати та кухні мають природне освітлення через віконні прорізи. Планувальні рішення спрямовані на максимальне використання природного світла, що позитивно впливає на санітарно-гігієнічні характеристики житла та сприяє зниженню енергоспоживання. Для

покращення освітлення внутрішніх зон квартир частково застосовуються засклені міжкімнатні двері, які забезпечують проникнення денного світла у коридори та допоміжні приміщення.

Об'ємно-планувальна структура будівлі відповідає сучасним вимогам щодо енергоефективності, функціональної раціональності, експлуатаційної надійності та пожежної безпеки. Прийняті архітектурні рішення забезпечують комфортне проживання мешканців, ефективну організацію внутрішнього простору та архітектурну виразність житлового будинку в умовах міської забудови.

1.4 Конструктивна система та архітектурно-технічні рішення будівлі

Проектований багатоквартирний житловий будинок у місті Харків запроєктовано як односекційну п'ятнадцятиповерхову споруду з підвищеними вимогами до просторової жорсткості, надійності та енергоефективності. Архітектурно-конструктивні рішення прийняті з урахуванням інженерно-геологічних умов майданчика, кліматичних характеристик району будівництва та вимог чинних державних будівельних норм.

Конструктивна схема будівлі прийнята безкаркасного типу зі стіновою системою несучих елементів. Просторова робота споруди забезпечується спільною взаємодією поздовжніх і поперечних несучих стін, міжповерхових перекриттів та вертикальних елементів жорсткості. Така схема характеризується підвищеною просторовою стійкістю, ефективним сприйняттям вертикальних і горизонтальних навантажень, а також технологічністю виконання будівельно-монтажних робіт.

Основу несучої системи складають внутрішні та зовнішні стіни, які передають навантаження від перекриттів і покриття на фундаментну систему. Жорсткість будівлі у горизонтальній площині забезпечується роботою монолітних перекриттів, що функціонують як горизонтальні диски

жорсткості та рівномірно розподіляють навантаження між вертикальними несучими конструкціями.

Фундаментна частина будівлі прийнята у вигляді пальово-ростверкової системи, що забезпечує надійну передачу навантажень на глибші шари ґрунту та зменшує ризик нерівномірних осідань. Як пальові елементи застосовано забивні залізобетонні палі квадратного перерізу: 400х400 мм.

Для фундаментів використано палі типу С80.40-5 за серією 1.011.1-10 випуск 1. Об'єднання паль у єдину просторову систему здійснюється монолітним залізобетонним ростверком товщиною: $h=300$ мм.

Ростверк виконується з важкого бетону з армуванням просторовими каркасами, що забезпечує необхідну міцність і тріщиностійкість фундаментної конструкції. Для захисту підземних конструкцій від впливу ґрунтової вологи передбачено вертикальну та горизонтальну гідроізоляцію з використанням двохшарового бітумного покриття.

Стіни підземної частини будівлі виконуються з фундаментних бетонних блоків типу ФБС, які характеризуються високою несучою здатністю та стійкістю до дії вологи. У надземній частині цокольного рівня застосовуються полістиролбетонні блоки товщиною 300 мм із зовнішнім облицюванням керамічною цеглою, що дозволяє покращити теплотехнічні характеристики огорожувальних конструкцій.

Зовнішні стіни житлових поверхів прийнято комбінованого типу. Основними елементами є тришарові збірні залізобетонні панелі заводського виготовлення з ефективним теплоізоляційним шаром. Частково використовуються полістиролбетонні блоки та цегляна кладка з подальшим оштукатурюванням і декоративним оздобленням фасадів. Таке рішення дозволяє поєднати високу індустріальність будівництва, архітектурну виразність та нормативні показники теплозахисту.

Стики між збірними панелями виконуються шляхом зварювання закладних деталей із подальшим заповненням монтажних швів цементно-піщаними розчинами та герметизацією еластичними матеріалами. Це

забезпечує просторову цілісність конструкції, повітронепроникність та захист від проникнення атмосферної вологи.

Внутрішні несучі стіни запроектовано монолітними залізобетонними товщиною: $h=160$ мм. Для їх виготовлення використовується бетон класу: C20/25.

Армування виконується стержневою арматурою класу Bp-I та A400. У місцях перетину поздовжніх і поперечних стін передбачаються просторові армокаркаси, що підвищують жорсткість вузлів та забезпечують надійну спільну роботу конструктивних елементів.

Крок внутрішніх несучих стін змінюється у межах від 1,8 до 4,4 м, що дозволяє формувати раціональні планувальні рішення квартир та забезпечує достатню гнучкість функціонального зонування внутрішнього простору.

Міжповерхові перекриття прийнято монолітними залізобетонними плитами товщиною: $h=200$ мм. Перекриття виконуються з бетону класу C20/25 з армуванням стержнями класу A400. Монолітна конструкція перекриттів забезпечує рівномірний розподіл навантажень, високу жорсткість дисків перекриття та покращені звукоізоляційні характеристики. Внутрішні перегородки виконуються з керамічної цегли товщиною 120 мм. Для забезпечення стійкості та запобігання утворенню тріщин перегородки механічно кріпляться до несучих конструкцій за допомогою анкерних елементів і дюбелів із кроком приблизно 1,5 м.

Покриття будівлі прийнято плоским суміщенням із внутрішнім організованим водовідведенням. Утеплення покрівлі виконується мінераловатними плитами з низьким коефіцієнтом теплопровідності, а формування ухилів здійснюється за допомогою керамзитового гравію. Водовідведення забезпечується через систему внутрішніх водостоків із трьома водоприймальними воронками, підключеними до мережі дощової каналізації.

Сходові марші та площадки передбачено збірними залізобетонними елементами заводського виготовлення, що характеризуються високою

точністю геометричних параметрів та скорочують трудомісткість монтажних робіт.

Ліфтові шахти виконуються зі збірних залізобетонних елементів із бетону класу С20/25 та армуванням арматурою А400. Конструкція шахт забезпечує необхідну просторову жорсткість, вогнестійкість та безпечну експлуатацію ліфтового обладнання.

Просторова незмінюваність будівлі досягається завдяки сумісній роботі несучих стін, монолітних перекриттів та вертикальних комунікаційних вузлів. Горизонтальні диски перекриттів ефективно передають вітрові та експлуатаційні навантаження на несучі стіни, забезпечуючи стійкість споруди та її надійну роботу впродовж усього терміну експлуатації.

1.5 Інженерне та санітарно-технічне оснащення житлового будинку

Інженерне обладнання багатоповерхового житлового будинку в місті Харків запроєктоване відповідно до чинних державних будівельних норм, санітарно-гігієнічних вимог та сучасних принципів енергоефективності. Прийняті технічні рішення забезпечують надійне функціонування будівлі, комфортні умови проживання мешканців та безпечну експлуатацію інженерних систем упродовж нормативного терміну служби споруди.

Комплекс інженерного забезпечення включає:

- систему холодного та гарячого водопостачання;
- господарсько-побутову каналізацію;
- систему опалення;
- вентиляцію;
- електропостачання;
- газопостачання;
- слабкострумові мережі;
- внутрішній водостік.

Система господарсько-питного водопостачання передбачена централізованою з підключенням до існуючої міської водопровідної мережі. Введення водопроводу здійснюється через технічне підпілля будівлі, де

розташовується водомірний вузол із засобами обліку споживання води, запірною арматурою та елементами контролю роботи системи.

Подача води виконується до санітарно-технічних приладів квартир, кухонь та допоміжних приміщень через систему вертикальних стояків і горизонтальних розподільчих трубопроводів. При проектуванні мережі враховано необхідність забезпечення нормативного тиску у верхніх поверхах будівлі та безперебійного водопостачання всіх споживачів.

Гаряче водопостачання будівлі передбачено централізованим від зовнішньої теплової мережі. Підготовка гарячої води здійснюється у тепловому пункті через окремий теплообмінник. Система гарячого водопостачання функціонує спільно з циркуляційними трубопроводами, що дозволяє підтримувати необхідну температуру води у точках водорозбору та скорочує втрати води під час експлуатації.

Для відведення господарсько-побутових стічних вод запроектовано внутрішню систему каналізації з підключенням до міської каналізаційної мережі. Відведення стоків здійснюється через вертикальні стояки, до яких приєднуються санітарно-технічні прилади квартир. У технічному підпіллі передбачено прокладання горизонтальних випусків із подальшим підключенням до зовнішньої мережі господарсько-побутової каналізації.

Внутрішня каналізаційна мережа проектується з урахуванням необхідного ухилу трубопроводів для забезпечення самопливного режиму руху стічних вод. Для запобігання поширенню запахів усі сантехнічні прилади обладнуються гідравлічними затворами.

Система опалення будівлі прийнята централізованою водяною із підключенням до міської теплової мережі. Джерелом тепlopостачання є централізована система тепlopостачання міста. У технічному підпіллі розташовується індивідуальний тепловий пункт, у складі якого передбачені: вузол вводу теплової мережі;

- теплообмінне обладнання;
- циркуляційні насоси;

- запірно-регулювальна арматура;
- прилади автоматичного контролю та обліку теплової енергії.

Розподіл теплоносія по будівлі здійснюється через систему вертикальних стояків із встановленням опалювальних приладів у житлових та допоміжних приміщеннях. Для регулювання температурного режиму передбачено можливість встановлення терморегуляторів на опалювальних приладах.

Розрахункова температура внутрішнього повітря житлових приміщень приймається відповідно до нормативних вимог: $t_{вн}=20^{\circ}\text{C}$.

Вентиляція житлового будинку запроєктована природною. Повітрообмін здійснюється за рахунок надходження свіжого повітря через віконні та дверні прорізи і видалення забрудненого повітря через вертикальні вентиляційні канали. Витяжні канали передбачені у кухнях, ванних кімнатах та санітарних вузлах.

Вентиляційні шахти об'єднуються у систему, що виводиться до вентиляційної камери технічного поверху. Таке рішення забезпечує стабільну тягу та ефективне видалення вологого і забрудненого повітря з приміщень. Для приготування їжі у квартирах передбачено використання побутових газових плит. Газопостачання здійснюється від зовнішньої міської газорозподільної мережі. Підведення газу виконується по фасаду будівлі із встановленням запірної арматури, приладів обліку та систем безпеки. Проєктні рішення щодо газопостачання відповідають вимогам пожежної та вибухової безпеки.

Електропостачання будинку здійснюється від зовнішньої міської електричної мережі. У будівлі передбачено встановлення ввідно-розподільчих пристроїв, поверхових електрощитів та автоматичних систем захисту електромережі. Розведення електропроводки виконується прихованим способом у конструкціях стін та перекриттів.

Проєктом також передбачено підключення слабкострумових систем:

- телефонного зв'язку;
- телевізійної мережі;

- інтернет-комунікацій;
- домофонного зв'язку.

Кожна квартира оснащується необхідним санітарно-технічним обладнанням, зокрема:

- умивальником;
- ванною;
- унітазом;
- кухонною мийкою;
- газовою плитою;
- водорозбірною арматурою.

Для відведення атмосферних опадів із плоскої покрівлі запроєктовано внутрішній організований водостік. Система включає три водоприймальні воронки, які через вертикальні стояки підключаються до мережі дощової каналізації. Внутрішній водостік забезпечує ефективне відведення дощових і талих вод та запобігає накопиченню вологи на поверхні покриття.

Прийняті санітарно-технічні та інженерні рішення забезпечують нормативний рівень комфорту проживання, енергоефективність будівлі, безпечну експлуатацію інженерних мереж та відповідність сучасним вимогам житлового будівництва.

1.6 Теплотехнічний розрахунок та обґрунтування конструкції зовнішньої стіни

Для забезпечення нормативних параметрів мікроклімату в житлових приміщеннях, зменшення тепловтрат та підвищення енергоефективності будівлі виконується теплотехнічний розрахунок зовнішньої огорожувальної конструкції. Розрахунок здійснюється відповідно до вимог ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель».

Основною метою теплотехнічного розрахунку є визначення сумарного опору теплопередачі зовнішньої стіни та перевірка його відповідності нормативним вимогам для району будівництва.

Об'єкт будівництва розташований у місті Харків, яке відповідно до ДБН В.2.6-31:2021 належить до I температурної зони.

Вихідні дані:

- район будівництва – м. Харків;
- температурна зона – I;
- умови експлуатації конструкції – категорія Б;
- тип будівлі – багатоповерховий житловий будинок;
- нормативний мінімальний опір теплопередачі зовнішньої стіни:

$$R_{q.min} = 4,0 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}.$$

Зовнішня стіна прийнята багатошаровою та складається з несучого, теплоізоляційного та оздоблювального шарів.

Склад зовнішньої стіни:

- 1) зовнішнє цементно-піщане штукатурне оздоблення;
- 2) теплоізоляційний шар із мінераловатних плит;
- 3) несучий шар із полістиролбетонних блоків.

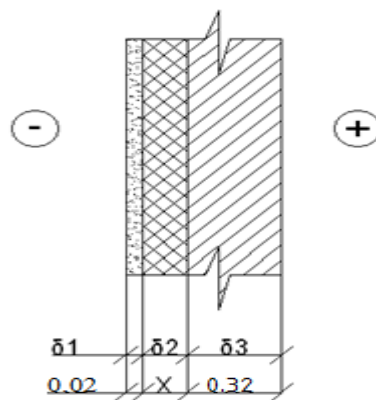


Рисунок 1.6.1 – Схема зовнішньої стіни

Теплотехнічні характеристики шарів конструкції:

- 1) Цементно-піщана штукатурка:

$$\delta = 0,02 \text{ м};$$

$$\lambda = 0,76 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C});$$

$$R = 0,026 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}.$$

- 2) Мінераловатний утеплювач:

$$\delta = 0,10 \text{ м};$$

$$\lambda = 0,064 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°C)};$$

$$R = 1,563 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт.}$$

3) Полістиролбетонні блоки:

$$\delta = 0,32 \text{ м};$$

$$\lambda = 0,29 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°C)};$$

$$R = 1,103 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт.}$$

Сумарний опір шарів конструкції:

$$R_0 = 2,692 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт.}$$

Опір теплопередачі окремого шару визначається за формулою:

$$R = \delta / \lambda$$

Для внутрішньої поверхні:

$$R_{вн} = 1 / 8,7 = 0,115 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт.}$$

Для зовнішньої поверхні:

$$R_{зов} = 1 / 23 = 0,043 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт.}$$

Сумарний опір теплопередачі конструкції:

$$R_{\Sigma} = 2,692 + 0,115 + 0,043 = 2,85 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт.}$$

Перевірка нормативної умови:

$$R_{\Sigma} = 2,85 < R_{q.min} = 4,0 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт.}$$

Таким чином, початково прийнята конструкція зовнішньої стіни не відповідає нормативним вимогам щодо теплозахисту. Для визначення необхідної товщини утеплювача використовується рівняння:

$$4 = 0,115 + \delta / 0,064 + 1,103 + 0,026 + 0,043$$

Після перетворення:

$$\delta / 0,064 = 2,013$$

Необхідна товщина утеплювача: $\delta = 0,149 \text{ м.}$

Для практичного застосування приймається: $\delta_{утепл} = 150 \text{ мм.}$

Загальна товщина зовнішньої стіни: $\delta_{заг} = 0,02 + 0,15 + 0,32 = 0,49 \text{ м.}$

Для забезпечення нормативного рівня теплозахисту в умовах експлуатації житлового будинку у місті Харків доцільно застосовувати зовнішню стіну з теплоізоляційним шаром із мінераловатних плит товщиною не менше 150 мм.

Прийняте конструктивне рішення забезпечує нормативний опір теплопередачі, знижує тепловтрати будівлі та підвищує енергоефективність об'єкта.

Техніко-економічні показники проєктованого житлового будинку

Для оцінювання ефективності прийнятих архітектурно-планувальних та містобудівних рішень визначено основні техніко-економічні показники проєктованого житлового будинку. Вони характеризують раціональність використання земельної ділянки, співвідношення забудованої, озелененої та заощеної території, а також основні об'ємно-планувальні параметри будівлі.

Найменування показника	Значення
Площа земельної ділянки	5 417 м ²
Площа забудови	1 321 м ²
Відсоток забудови ділянки	24 %
Площа твердого покриття	1 384 м ²
Відсоток твердого покриття	26 %
Площа озеленення	3 412 м ²
Відсоток озеленення території	63 %
Кількість поверхів	15
Будівельний об'єм будинку	22 177 м ³
Житлова площа будівлі	4 901 м ²
Загальна площа квартир	6 620 м ²

Наведені показники свідчать про достатньо раціональне використання території під житлову забудову. Частка забудови становить 24 %, що дає змогу зберегти значну частину ділянки для озеленення, пішохідних зв'язків, внутрішньодворових проїздів і майданчиків. Площа озеленення становить 3 412 м², тобто 63 % території, що позитивно впливає на санітарно-гігієнічний стан прибудинкового простору та формування комфортного житлового середовища.

РОЗДІЛ II

РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА

2.1 Дослідження інженерно-геологічних умов та обґрунтування фундаментної системи

Для забезпечення надійності та довговічності багатоповерхового житлового будинку в місті Харків виконано аналіз інженерно-геологічних умов будівельного майданчика та здійснено вибір типу фундаментів. З урахуванням поверховості споруди, величини розрахункових навантажень і фізико-механічних характеристик ґрунтів основи для будівлі прийнято пальовий фундамент із забивних залізобетонних паль.

Прийнята конструктивна схема фундаментів забезпечує передачу навантажень від надземної частини споруди на більш щільні та малодеформівні шари ґрунту, що дозволяє зменшити нерівномірність осідань та підвищити просторову стійкість будівлі.

Вихідні дані для проектування фундаментів

Під час розроблення фундаментної частини будівлі враховано результати інженерно-геологічних вишукувань, виконаних у межах будівельного майданчика. Геологічна будова території характеризується чергуванням супісків, суглинків та глинистих ґрунтів із наявністю рослинного шару у верхній частині розрізу.

За результатами буріння свердловин встановлено наступну стратиграфію ґрунтових шарів.

Таблиця 2.1.1 – Інженерно-геологічна будова майданчика будівництва

№ шару	Найменування ґрунту	Потужність шару по свердловинах, м
		1
1	Природно-рослинний шар	0,5
2	Супісок	2,1
3	Суглинок	3,1
4	Супісок	3,4
5	Глина	8,7

Аналіз геологічного розрізу показує, що верхні шари представлені слабкими та стисливими ґрунтами, непридатними для безпосереднього спирання фундаментів багатоповерхової споруди. Основним несучим шаром прийнято глинисті ґрунти, які характеризуються підвищеними показниками міцності та деформативності.

Для оцінювання несучої здатності основи та вибору типу фундаментної системи використано фізико-механічні характеристики ґрунтів, отримані в результаті лабораторних досліджень.

Таблиця 2.1.2 – Фізико-механічні характеристики ґрунтів основи

Показник	Позначення	Од. вим.	Шар 1	Шар 2	Шар 3	Шар 4	Шар 5
Щільність ґрунту	ρ	т/м ³	1,93	1,98	1,68	1,96	2,00
Щільність часток ґрунту	ρ_s	т/м ³	—	2,69	2,70	2,67	2,70
Природна вологість	W	частки од.	—	0,24	0,23	0,20	0,18
Вологість на межі текучості	WL	частки од.	—	0,28	0,24	0,26	0,40
Вологість на межі розкочування	WP	частки од.	—	0,22	0,16	0,21	0,20
Кут внутрішнього тертя	φ	град	—	19	25	18	15
Питоме зчеплення	c	кПа	—	12	10	16	25
Модуль деформації	E	МПа	—	22	22	20	30

Для суглинків додатково визначено характеристики просадності ґрунту при різних рівнях навантаження.

Таблиця 2.1.3 – Показники просадності ґрунтів

Навантаження, кПа	Відносне просідання ϵ_{sl} , %
100	11
200	39
300	50

Отримані результати свідчать про наявність просадних властивостей окремих ґрунтових шарів, що потребує врахування під час проєктування фундаментної системи та визначення глибини занурення паль.

Для водонасиченого стану ґрунтів визначено додаткові характеристики:

Таблиця 2.1.4 – Характеристики ґрунтів у водонасиченому стані

Показник	Позначення	Значення
Кут внутрішнього тертя	ϕ_{sat}	22°
Питоме зчеплення	c_{sat}	3 кПа
Модуль деформації	E_{sat}	7 МПа

Аналіз фізико-механічних характеристик показує, що при водонасиченні спостерігається суттєве зниження міцнісних та деформаційних показників ґрунтів. Це свідчить про необхідність урахування можливого впливу ґрунтових вод та додаткового контролю деформацій основи під час експлуатації споруди.

З огляду на значну поверховість будівлі, наявність просадних ґрунтів та нерівномірність геологічного розрізу найбільш доцільним конструктивним рішенням є застосування забивних залізобетонних паль. Пальовий фундамент дозволяє передати основні навантаження на щільні шари глини, які мають вищу несучу здатність та меншу стисливість.

Прийнята фундаментна система забезпечує:

- зменшення нерівномірних осідань будівлі;
- підвищення просторової стійкості споруди;
- надійну роботу фундаментів у складних інженерно-геологічних умовах;
- зниження впливу просадних деформацій ґрунтової основи;
- довговічність та експлуатаційну надійність підземної частини будівлі.

2.1.2 Оцінка інженерно-геологічних умов будівельного майданчика

Для обґрунтування конструктивного рішення фундаментної системи та оцінювання придатності ґрунтів основи до сприйняття навантажень від багатоповислої будівлі виконано аналіз інженерно-геологічних умов будівельного майданчика.

Оцінка стану ґрунтів здійснюється на основі їх фізико-механічних характеристик, показників пластичності та консистенції, що дозволяє визначити розрахункові властивості основи та можливість використання окремих шарів ґрунту як природної основи фундаментів.

Класифікація ґрунтів виконана відповідно до вимог чинних нормативних документів.

1. Природно-рослинний шар

Верхній шар ґрунту представлений природно-рослинними відкладами з підвищеним вмістом органічних домішок. Такий ґрунт характеризується низькою несучою здатністю та значною стисливістю, тому не може використовуватись як основа фундаментів і підлягає повному видаленню в межах плями забудови.

2. Супісок пластичний

Число пластичності:

$$I_p = W_L - W_P$$

$$I_p = 0,28 - 0,22 = 0,06$$

Показник текучості:

$$I_L = (W - W_P) / I_p$$

$$I_L = (0,24 - 0,22) / 0,06 = 0,33$$

Оскільки:

$$0 \leq I_L \leq 1 \quad \text{супісок відноситься до пластичного стану.}$$

3. Суглинок текучопластичний

Число пластичності:

$$I_p = W_L - W_P$$

$$I_p = 0,24 - 0,16 = 0,08$$

Показник текучості:

$$I_L = (W - W_P) / I_p$$

$$I_L = (0,23 - 0,16) / 0,08 = 0,875$$

Отримане значення знаходиться в межах:

$0,75 \leq I_L \leq 1$, що відповідає текучопластичному стану суглинку. Текучопластичні ґрунти мають підвищену деформативність та не можуть використовуватись як природна основа багатоповерхової будівлі.

4. Супісок твердий

Число пластичності: $I_p = 0,26 - 0,21 = 0,05$

Показник текучості: $I_L = (0,20 - 0,21) / 0,05 = -0,20$

Оскільки: $I_L < 0$ супісок знаходиться у твердому стані.

5. Глина напівтверда

Число пластичності:

$I_p = 0,40 - 0,20 = 0,20$

Показник текучості:

$I_L = (0,18 - 0,20) / 0,20 = -0,10$

Оскільки:

$I_L < 0$, глина відноситься до напівтвердого стану.

Таблиця 2.2.1– Характеристика ґрунтових умов будівельного майданчика

№ шара	e	S_r	I_p	I_L	Характеристика ґрунтів
1	-	-	-	-	-
2	-	-	0,06	0,33	Супісок пластичний
3	-	-	0,08	0,086	Суглинок текучопластичний
4	-	-	0,05	-0,2	Супісок твердий
5	-	-	0,20	-0,1	Глина напівтверда

Аналіз інженерно-геологічних умов показує, що верхні шари ґрунтів характеризуються недостатньою несучою здатністю та значною деформативністю. Найбільш надійним несучим шаром є напівтверда глина,

яка має достатні міцнісні характеристики для сприйняття навантажень від багатоповерхового житлового будинку.

У зв'язку з наявністю текучопластичних суглинків та просадних властивостей окремих шарів ґрунту для споруди доцільним є застосування пальового фундаменту.

2.1.3 Конструктивне рішення пальового фундаменту

З урахуванням інженерно-геологічних умов будівельного майданчика для проєктованого багатоповерхового житлового будинку в місті Харків прийнято паловий фундамент із забивних залізобетонних паль. Необхідність застосування пальної системи обумовлена наявністю у верхній частині ґрунтового масиву слабких та деформівних шарів, які не забезпечують нормативної несучої здатності для сприйняття навантажень від п'ятнадцятиповерхової будівлі.

Для фундаментної системи використано висячі забивні палі. Робота таких паль ґрунтується на передачі навантаження від споруди не лише через нижній кінець палі, а переважно за рахунок сил тертя, що виникають між бічною поверхнею палі та навколишнім ґрунтом.

Схема роботи висячої палі характеризується тим, що навантаження від будівлі поступово передається на прилеглі шари ґрунту через контактну поверхню палі. Це дозволяє ефективно використовувати несучу здатність ґрунтового масиву навіть у випадку значної потужності слабких верхніх шарів.

Для проєкту прийнято забивні залізобетонні палі квадратного перерізу: 400х400 мм.

Довжина палі становить: $L=8$ м.

Палі запроєктовані відповідно до серії 1.011.1-10, випуск 1, марка палі – С80.40-5. Конструкція паль передбачає використання важкого бетону та просторового армування, що забезпечує необхідну міцність елементів під час транспортування, забивання та подальшої експлуатації.

Забивання паль виконується спеціалізованими палебійними установками із контролем вертикальності та проєктної відмітки занурення. Такий спосіб улаштування фундаментів дозволяє забезпечити ущільнення прилеглих шарів ґрунту та підвищити їх несучу здатність у зоні контакту з палями.

Відповідно до інженерно-геологічного розрізу нижній кінець палі заглиблюється у шар напівтвердої глини на величину: $l=3,05$ м.

Напівтверда глина характеризується достатньо високими показниками міцності, малою стисливістю та стабільними деформаційними властивостями, що дозволяє використовувати її як основний несучий шар фундаментної системи.

Прийняте конструктивне рішення пального фундаменту забезпечує:

- надійну передачу навантажень від будівлі на щільні шари ґрунту;
- зменшення нерівномірних осідань споруди;
- підвищення просторової стійкості будівлі;
- можливість безпечної експлуатації об'єкта в складних інженерно-геологічних умовах;
- довговічність та надійність підземної частини споруди.

Застосування забивних висячих паль для даного об'єкта є технічно та економічно обґрунтованим рішенням, яке відповідає вимогам нормативних документів щодо проєктування фундаментів багатопверхових житлових будівель.

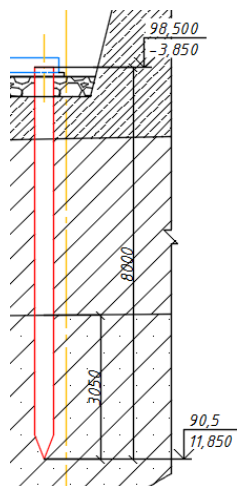


Рисунок 2.1.3.1 – Схема палі на інженерно-геологічному розрізі

2.1.4 Формування розрахункової моделі пальового фундаменту

Для визначення напружено-деформованого стану пальового фундаменту та оцінювання роботи ростверкової системи виконано числове моделювання конструкції із застосуванням програмного комплексу [SCAD Soft](#). Використання сучасних програмних засобів дозволяє отримати більш точні результати розрахунку, врахувати просторову роботу фундаментної системи та забезпечити оптимізацію конструктивних параметрів пальового поля.

Підготовка розрахункової моделі здійснювалась у декілька етапів. На початковій стадії в графічному середовищі [AutoCAD](#) було побудовано план фундаментної частини споруди із нанесенням контурів ростверку, координатних осей та центрів розташування паль.

Під час формування схеми враховувались:

- геометричні параметри ростверку;
- крок і конфігурація пальового поля;
- положення несучих стін і вузлів передачі навантаження;
- конструктивна схема будівлі;
- просторове розташування вертикальних навантажень.

Розміщення паль у плані виконувалось таким чином, щоб забезпечити рівномірну передачу навантажень від несучих конструкцій будівлі на ґрунтову основу та мінімізувати нерівномірні деформації фундаментної системи. Центри паль приймалися у точках концентрації основних навантажень від поздовжніх і поперечних несучих стін.

Після завершення побудови графічної схеми модель фундаменту була експортована до програмного комплексу SCAD для подальшого розрахунку. У програмному середовищі виконувалось формування розрахункової схеми з урахуванням:

- жорсткісних характеристик ростверку;
- несучої здатності паль;
- взаємодії фундаментної системи з ґрунтовою основою;
- просторової роботи конструкції;

- розрахункових навантажень від надземної частини будівлі.

Ростверк у розрахунковій моделі приймався як просторовий залізобетонний елемент, який забезпечує сумісну роботу всіх паль фундаментної системи. Палі моделювались стрижневими елементами із врахуванням їх геометричних параметрів та фізико-механічних характеристик матеріалу.

Для забезпечення коректності розрахунку в моделі були задані:

- модуль пружності бетону;
- характеристики армування;
- геометричні розміри паль і ростверку;
- граничні умови закріплення;
- розрахункові комбінації навантажень.
- Розрахункова модель дозволила визначити:
- розподіл вертикальних зусиль між палями;
- деформації ростверку;
- осідання фундаментної системи;
- внутрішні зусилля у конструктивних елементах;
- найбільш навантажені ділянки фундаменту.

Використання програмного комплексу SCAD під час проєктування фундаментної системи забезпечує підвищення точності інженерних розрахунків, дозволяє врахувати просторову роботу конструкції та сприяє прийняттю економічно й технічно обґрунтованих рішень щодо параметрів пальового фундаменту.

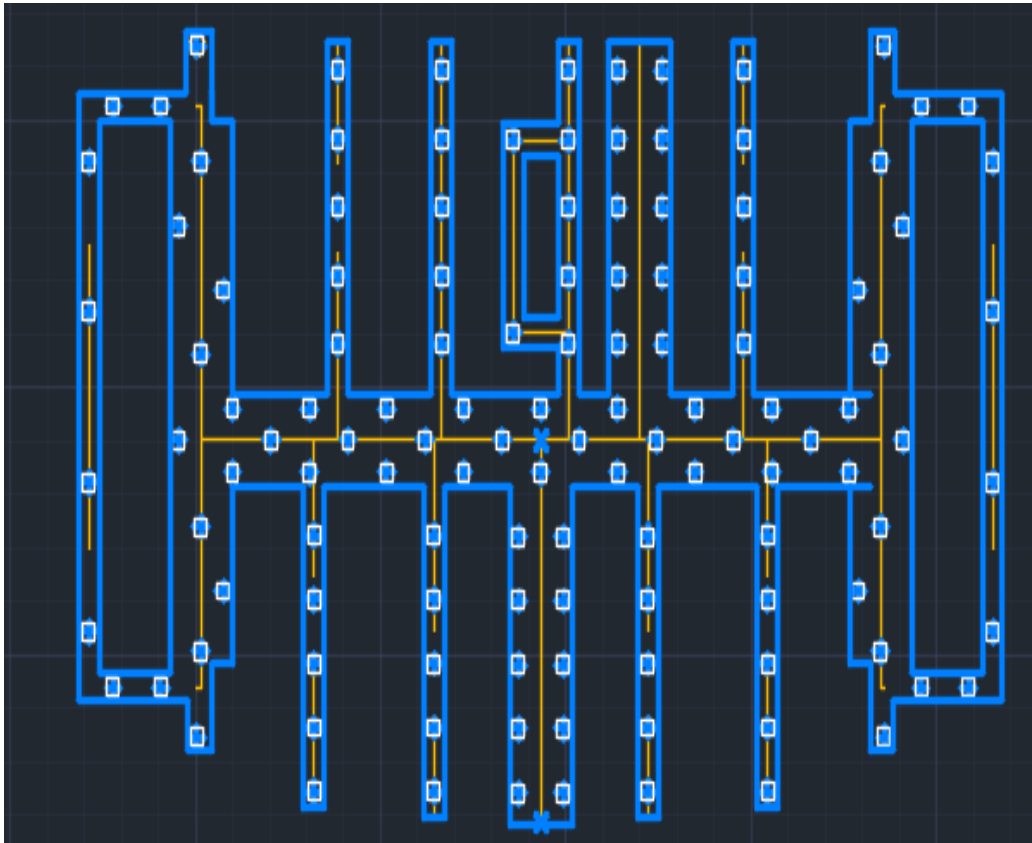


Рисунок 2.1.4.1 – Розрахункова схема фундаменту

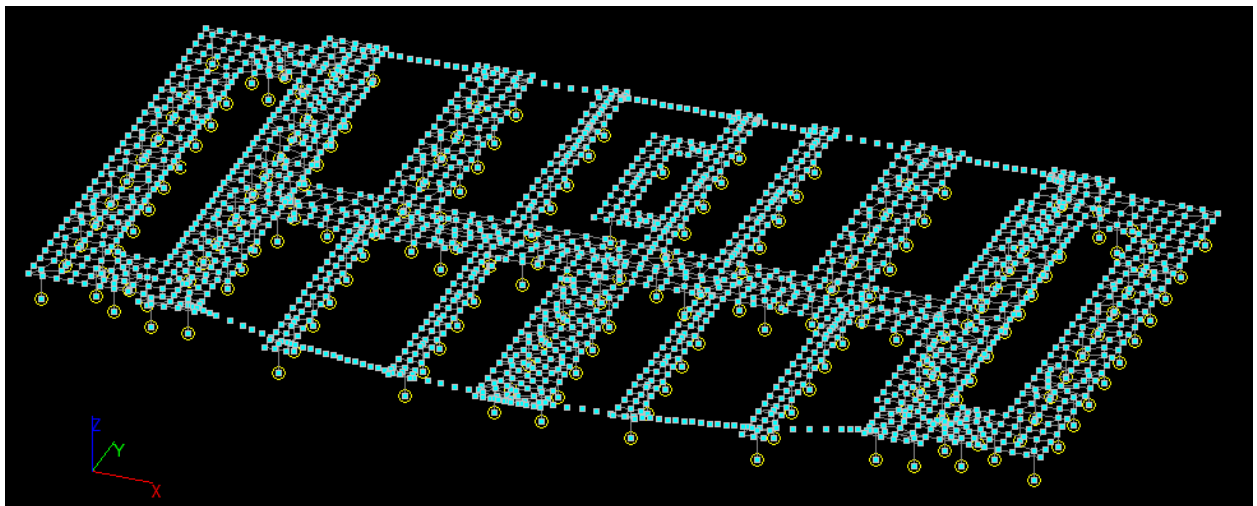


Рисунок 2.1.4.2 – Вигляд ростверку з палями

2.1.5 Визначення розрахункових навантажень та моделювання роботи пальового фундаменту

Під час проєктування пальового фундаменту багатоповерхового житлового будинку виконано збір і аналіз навантажень, що передаються від надземної частини споруди на фундаментну систему. Визначення навантажень здійснювалось відповідно до вимог чинних нормативних документів з урахуванням постійних, тривалих та короткочасних впливів.

Розрахунок фундаментної системи проводився для найбільш несприятливих комбінацій навантажень, що забезпечує надійність та безпечну експлуатацію споруди протягом усього терміну служби.

До основних навантажень, врахованих у розрахунковій схемі, належать:

- власна вага несучих та огорожувальних конструкцій;
- навантаження від міжповерхових перекриттів;
- вага покриття та покрівельної конструкції;
- навантаження від внутрішніх перегородок;
- експлуатаційні навантаження на перекриття;
- снігове навантаження;
- вітровий вплив;
- навантаження від інженерного обладнання.

Для визначення розрахункових зусиль було сформовано таблицю постійних і тимчасових навантажень, які прикладались до розрахункової моделі фундаментної системи.

Таблиця – Розрахункові постійні та тимчасові навантаження

Вид навантаження	Характер навантаження
Власна вага конструкцій	Постійне
Вага перекриттів	Постійне
Навантаження від перегородок	Постійне
Навантаження від інженерних систем	Постійне
Корисне навантаження на перекриття	Тимчасове

Вид навантаження	Характер навантаження
Снігове навантаження	Тимчасове
Вітрове навантаження	Тимчасове

Перед виконанням розрахунку несучої здатності паль враховано коефіцієнти умов роботи фундаментної системи та ґрунтової основи відповідно до вимог нормативних документів.

При розрахунку використовувались:

коефіцієнт умов роботи ґрунту: γ_{cr}

коефіцієнт умов роботи палі: γ_{cf}

Урахування зазначених коефіцієнтів дозволяє оцінити реальні умови взаємодії паль із ґрунтовим масивом та забезпечити необхідний запас надійності фундаментної конструкції.

Несуча здатність палі визначалась із урахуванням роботи її бічної поверхні та опору ґрунту під нижнім кінцем палі. Розрахунок виконувався у програмному комплексі [SCAD Soft](#) на основі фізико-механічних характеристик ґрунтів будівельного майданчика.

За результатами числового моделювання встановлено, що розрахункова несуча здатність палі при роботі на вертикальне навантаження становить:

$F_d=204,78$ т.

Отримане значення свідчить про достатню несучу здатність прийнятих забивних паль для сприйняття навантажень від п'ятнадцятиповерхової житлової будівлі.

Окрім перевірки несучої здатності фундаментної системи, було виконано оцінювання деформацій основи та визначено величину осідання палі. Розрахунок проводився з урахуванням стисливості ґрунтів та умов взаємодії палі з ґрунтовим середовищем.

За результатами розрахунку осідання палі становить: $S_u=8,8$ мм.

Отримане значення не перевищує допустимих нормативних величин, що підтверджує працездатність фундаментної системи та відповідність

прийнятого конструктивного рішення вимогам щодо деформаційної надійності.

Для моделювання взаємодії фундаменту з ґрунтовою основою у програмному комплексі SCAD використовувалась пружна модель основи. Робота ґрунту враховувалась шляхом задання зв'язків кінцевої жорсткості, які імітують пружний опір ґрунтового масиву.

Застосування моделі пружної основи дозволяє:

- врахувати реальні умови деформування фундаментної системи;
- визначити нерівномірність осідань;
- оцінити розподіл навантажень між палями;
- підвищити точність розрахунку просторової роботи ростверку.

Отримані результати підтверджують ефективність прийнятого конструктивного рішення пальового фундаменту та його відповідність вимогам міцності, стійкості й експлуатаційної надійності для умов будівництва багатоповерхового житлового будинку.

2.1.6 Аналіз результатів розрахунку пальового фундаменту

Після побудови розрахункової моделі та виконання числового аналізу в програмному комплексі SCAD проведено оцінювання напружено-деформованого стану пальового фундаменту, визначено величини внутрішніх зусиль, осідань та перевірено несучу здатність паль. При розрахунку взаємодії фундаментної системи з ґрунтовою основою ґрунт розглядався як пружний деформівний півпростір, що характеризується коефіцієнтом постелі. Такий підхід дозволяє врахувати деформаційні властивості основи та особливості розподілу навантажень між палями фундаментного поля.

Розрахунок виконувався на основі моделі пружної основи, відповідно до якої осідання поверхні ґрунту є пропорційним величині прикладеного тиску.

Основне рівняння моделі:

$$p = c \cdot S, \text{ де:}$$

p – інтенсивність тиску на основу;

c – коефіцієнт постелі;

S – величина осідання основи.

Перевірка несучої здатності одиночної палі виконувалась за умовою:

$$N \leq F_d / \gamma_k$$

де:

N – розрахункове навантаження на палю;

F_d – несуча здатність палі;

γ_k – коефіцієнт надійності.

Розрахункове допустиме навантаження на палю:

$$F_d / \gamma_k = 204,78 / 1,4 = 146,3 \text{ т}$$

За результатами розрахунку встановлено, що максимальне вертикальне зусилля у найбільш навантажених палях становить:

$$N_{\max} = 111,28 \text{ т}$$

Перевірка умови несучої здатності:

$$111,28 \text{ т} < 146,3 \text{ т}$$

Отримані результати підтверджують, що фактичні навантаження на палі не перевищують допустимих значень, а прийнята фундаментна система забезпечує необхідний рівень міцності та надійності.

За результатами розрахунку як основну робочу поздовжню та поперечну арматуру ростверку прийнято стержні класу А400С діаметром Ø20 А400С.

У найбільш навантажених зонах передбачено додаткове армування стержнями Ø25 А400С.

Для забезпечення просторової жорсткості арматурного каркаса прийнято конструктивне армування Ø12 А400С.

Отримані результати числового моделювання підтверджують працездатність прийнятого конструктивного рішення пальового фундаменту. Запроектована фундаментна система забезпечує нормативну несучу здатність, допустимі деформації та необхідну просторову жорсткість підземної частини багатоповерхового житлового будинку.

2.2 Розрахунок надземної частини об'єкту

2.2.1 Формування розрахункових навантажень та визначення зусиль у монолітному перекритті

Для забезпечення надійності та просторової жорсткості багатоповерхового житлового будинку виконано розрахунок і конструювання монолітного залізобетонного міжповерхового перекриття. Розрахунок проводився із застосуванням програмного комплексу [SCAD Soft](#), який дозволяє врахувати просторову роботу конструкції, характер навантаження та особливості взаємодії елементів будівлі.

Монолітне перекриття розглядається як один із основних несучих елементів будівлі, який сприймає вертикальні навантаження від власної ваги конструкцій, експлуатаційних впливів та передає їх на несучі стіни й інші вертикальні елементи споруди.

При формуванні розрахункової схеми враховувались постійні та тимчасові навантаження відповідно до вимог ДБН В.1.2-2:2006 «Навантаження і впливи».

До постійних навантажень належать:

- власна вага монолітної плити перекриття;
- вага конструкції підлоги;
- маса стяжок і вирівнювальних шарів;
- навантаження від оздоблювальних матеріалів;
- вага стаціонарних перегородок;
- навантаження від інженерних комунікацій.

Тимчасові навантаження включають:

- експлуатаційне навантаження від перебування людей;
- навантаження від меблів і побутового обладнання;
- впливи від тимчасового складування матеріалів;
- локальні навантаження від переміщення предметів інтер'єру.

Особливу увагу при розрахунку приділено експлуатаційному навантаженню, яке для житлових приміщень приймається рівномірно розподіленим по площі перекриття.

Відповідно до нормативних вимог характеристичне значення тимчасового навантаження для житлових приміщень становить: $q_k=1,5$ кПа

Квазіпостійне значення навантаження приймається рівним: $q_{qp}=0,3$ кПа

Таблиця 2.2.1– Розрахункові значення тимчасових навантажень для житлових приміщень

Призначення приміщення	Характеристичне значення, кПа	Квазіпостійне значення, кПа
Житлові кімнати квартир, спальні, кімнати гуртожитків, готелів, палат та тераси	1,5	0,3

Під час формування розрахункових навантажень враховувались коефіцієнти надійності за навантаженням відповідно до категорії конструктивних елементів.

Для монолітних залізобетонних конструкцій із середньою густиною понад 1600 кг/м^3 коефіцієнт надійності становить: $\gamma_{fm}=1,10$

При перевірці граничних станів другої групи допускається використання значення: $\gamma_{fm}=0,90$

Для допоміжних конструктивних шарів та оздоблювальних елементів застосовувались підвищені коефіцієнти надійності:

- для збірних або заводських елементів: $\gamma_{fm}=1,20$
- для конструкцій, що виконуються безпосередньо на будівельному майданчику: $\gamma_{fm}=1,30$

Розрахунок перекриття у програмному комплексі SCAD виконувався методом скінченних елементів. Просторова модель перекриття формувалась із урахуванням:

- геометричних параметрів плити;
- умов опирання;

- жорсткості несучих конструкцій;
- розташування отворів;
- розподілу навантажень по площі перекриття.

У процесі розрахунку визначались:

- згинальні моменти;
- поперечні сили;
- прогини плити;
- розподіл напружень;
- найбільш навантажені ділянки конструкції.

Отримані результати стали основою для подальшого підбору робочої арматури, перевірки міцності перекриття та конструювання армування монолітної плити.

Застосування програмного моделювання дозволяє врахувати реальний характер роботи перекриття у складі просторової системи будівлі та забезпечити необхідний рівень міцності, жорсткості та тріщиностійкості конструкції.

Таблиця 2.2.2 - Збір навантажень на монолітну плиту міжповерхового перекриття

№	Найменування навантаження	Товщина шару, м	Об'ємна вага, кН/м³	Нормативне навантаження, кПа	Коефіцієнт γ_{fm}	Розрахункове навантаження, кПа
1	Монолітна залізобетонна плита	0,20	25,0	5,00	1,10	5,50
2	Цементно-піщана стяжка	0,05	20,0	1,00	1,30	1,30
3	Покриття підлоги	0,02	18,0	0,36	1,20	0,43
4	Шар звукоізоляції	0,03	1,5	0,05	1,20	0,06
5	Штукатурка стелі	0,02	18,0	0,36	1,30	0,47

№	Найменування навантаження	Товщина шару, м	Об'ємна вага, кН/м³	Нормативне навантаження, кПа	Коефіцієнт γ_{fm}	Розрахункове навантаження, кПа
6	Навантаження від перегородок	—	—	1,00	1,20	1,20
7	Корисне навантаження для житлових приміщень	—	—	1,50	1,30	1,95
	Разом	—	—	9,27	—	10,91

Для подальшого розрахунку монолітної плити міжповерхового перекриття приймається повне розрахункове навантаження: $q = 10,91$ кПа або $q = 10,91$ кН/м².

Наведене значення враховує власну вагу плити, шари підлоги, штукатурне оздоблення стелі, навантаження від перегородок та експлуатаційне навантаження для житлових приміщень.

2.2.2 Розрахунок та армування монолітного міжповерхового перекриття

Для визначення напружено-деформованого стану монолітного міжповерхового перекриття та підбору необхідного армування виконано просторовий розрахунок конструкції із застосуванням програмного комплексу [SCAD Soft](#). Використання числового моделювання дозволяє врахувати реальний характер роботи плити перекриття, особливості розподілу навантажень та взаємодію перекриття з несучими елементами будівлі.

На початковому етапі в графічному середовищі [AutoCAD](#) було виконано креслення плану типового поверху із нанесенням несучих стін, отворів, зон спирання та геометричних параметрів плити. Після завершення побудови графічної моделі план перекриття було експортовано до програмного комплексу SCAD для формування розрахункової схеми.

Міжповерхове перекриття моделювалось у вигляді просторової пластинчастої системи. Для забезпечення необхідної точності числового аналізу застосовано метод скінченних елементів із дискретизацією плити на окремі елементи.

Поділ конструкції на скінченні елементи виконувався за допомогою триангуляції. Розрахункова сітка формувалась із елементів розміром: 0,5х0,5 м.

Такий розмір скінченних елементів забезпечує достатню точність визначення:

- згинальних моментів;
- поперечних сил;
- прогинів плити;
- зон концентрації напружень;
- характеру просторової роботи перекриття.

При формуванні розрахункової моделі задавались:

- геометричні параметри плити;
- товщина перекриття;
- характеристики бетону та арматури;
- умови спирання;
- розрахункові навантаження;
- жорсткісні характеристики конструкції.

Після задання характеристик матеріалу програмний комплекс SCAD автоматично враховував власну вагу конструкції на основі густини матеріалу та геометричних параметрів плити. Для монолітних залізобетонних конструкцій коефіцієнт надійності за власною вагою приймався рівним:

$$\gamma_{fm} = 1,1.$$

Постійне навантаження включало:

- власну вагу монолітної плити;
- вагу конструкції підлоги;
- стяжки;

- оздоблювальні шари;
- навантаження від внутрішніх перегородок.

Довготривале навантаження від перегородок та конструктивних елементів підлоги приймалось у вигляді рівномірно розподіленого навантаження: $q=1,2$ кПа.

Під час розрахунку також враховувалось короткочасне експлуатаційне навантаження, яке моделює вплив людей, меблів, обладнання та інших тимчасових факторів.

Для житлових приміщень величина корисного навантаження відповідно до ДБН В.1.2-2:2006 становить : $q=1,5$ кПа.

Усі навантаження прикладались до розрахункової моделі у вигляді рівномірно розподіленого поверхневого тиску, що забезпечило наближення умов роботи плити до реальних експлуатаційних умов.

За результатами розрахунку в програмному комплексі SCAD отримано:

- епюри згинальних моментів;
- поля напружень;
- величини прогинів;
- розподіл внутрішніх зусиль;
- найбільш навантажені ділянки перекриття.

На основі отриманих результатів виконано підбір робочої арматури плити перекриття. Як основне робоче армування у поздовжньому та поперечному напрямках прийнято арматурні стержні класу А400 діаметром: $\emptyset 10$ А400.

Основне армування забезпечує сприйняття розтягувальних зусиль у зонах максимальних згинальних моментів та гарантує необхідну міцність і тріщиностійкість конструкції.

У найбільш навантажених ділянках перекриття, а також у зонах розташування отворів, місцях концентрації напружень та локального підсилення передбачено встановлення додаткової арматури. Для підсилення використовуються стержні діаметром: $\emptyset 12$ А400.

Додаткове армування забезпечує:

- підвищення несучої здатності конструкції;
- зменшення ширини розкриття тріщин;
- підвищення жорсткості перекриття;
- зниження ризику локальних деформацій.

Під час конструювання плити перекриття враховано вимоги нормативних документів щодо:

- мінімального захисного шару бетону;
- кроку арматурних стержнів;
- анкерування арматури;
- тріщиностійкості;
- граничних прогинів.

Прийняте конструктивне рішення монолітного міжповерхового перекриття забезпечує нормативну міцність, жорсткість та експлуатаційну надійність конструкції. Результати розрахунку підтверджують ефективність застосованої схеми армування та відповідність перекриття вимогам сучасного житлового будівництва.

У результаті виконаного конструктивного розрахунку монолітного міжповерхового перекриття підтверджено ефективність прийнятого конструктивного рішення та його відповідність вимогам чинних нормативних документів щодо міцності, жорсткості, тріщиностійкості та експлуатаційної придатності залізобетонних конструкцій.

Розрахунок перекриття було виконано із застосуванням програмного комплексу [SCAD Soft](#) методом скінченних елементів, що дозволило врахувати просторову роботу плити, характер розподілу навантажень та взаємодію перекриття з несучими конструкціями будівлі. Використання дискретної розрахункової моделі забезпечило достатню точність визначення внутрішніх зусиль, прогинів та найбільш навантажених зон конструкції.

РОЗДІЛ III

ТЕХНОЛОГІЧНІ РІШЕННЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВНИЦТВА

3.1 Організаційно-технічне забезпечення підготовчого періоду

Підготовчий етап будівництва є одним із найважливіших складових реалізації будівельного проєкту, оскільки саме на цій стадії створюються організаційні, технічні та інженерні умови для подальшого безпечного й безперервного виконання основних будівельно-монтажних робіт. Від повноти та якості виконання підготовчих заходів залежить ефективність використання трудових і матеріально-технічних ресурсів, дотримання календарних строків будівництва та забезпечення нормативного рівня безпеки на будівельному майданчику.

Підготовка до зведення 15-поверхового житлового будинку в місті Харків включає комплекс організаційно-технічних, геодезичних, інженерних та санітарно-побутових заходів, які виконуються до початку основного циклу робіт.

До початку будівництва виконується комплекс організаційних заходів, спрямованих на створення правових, технічних та виробничих умов для реалізації проєкту. На цьому етапі здійснюється формування структури управління будівництвом, визначаються виконавці робіт, узгоджується послідовність виконання технологічних процесів та забезпечується підготовка виробничої документації.

У межах організаційної підготовки передбачено:

- розроблення проєктної та кошторисної документації;
- погодження проєктних рішень у встановленому порядку;
- отримання дозвільної документації на виконання будівельних робіт;
- укладання договорів із генеральною підрядною та субпідрядними організаціями;
- формування календарного плану будівництва;
- визначення потреби у трудових, матеріальних та технічних ресурсах;

- організацію постачання будівельних матеріалів і конструкцій;
- створення системи контролю якості виконання робіт.

Особлива увага приділяється розробленню календарного графіка виконання робіт, який визначає технологічну послідовність будівництва, строки виконання окремих процесів та взаємодію між різними видами робіт.

3.1.1 Інженерна підготовка території будівництва

Інженерна підготовка будівельного майданчика виконується з метою приведення території у стан, придатний для безпечного та ефективного виконання будівельно-монтажних робіт.

До складу інженерної підготовки входять:

- очищення території від сміття, чагарників та залишків існуючих споруд;
- демонтаж тимчасових або аварійних конструкцій;
- зняття рослинного шару ґрунту;
- вертикальне планування території;
- улаштування тимчасових проїздів;
- організація будівельного водовідведення;
- прокладання тимчасових інженерних мереж;
- монтаж огороження будівельного майданчика.

Перед початком земляних робіт виконується планування території відповідно до проєктних відміток. Вертикальне планування забезпечує створення необхідних ухилів для відведення поверхневих вод та безпечного пересування будівельної техніки.

Для забезпечення безперервного функціонування будівельного майданчика передбачено тимчасове підключення до мереж:

- електропостачання;
- водопостачання;
- каналізації;
- зовнішнього освітлення.

Будівельний майданчик по периметру огорожується тимчасовою захисною огорожею, яка обмежує доступ сторонніх осіб та забезпечує безпечну організацію будівельного виробництва.

3.1.2 Геодезичне забезпечення будівельного процесу

Геодезичні роботи є невід'ємною частиною підготовчого періоду та забезпечують точність розташування будівлі на місцевості відповідно до проєктних рішень.

До комплексу геодезичних заходів належать:

- створення та закріплення геодезичної розбивочної основи;
- винесення в натуру координатних осей будівлі;
- закріплення меж котловану;
- встановлення висотних реперів;
- контроль проєктних відміток;
- виконання виконавчих геодезичних зйомок.

Геодезичне забезпечення виконується протягом усього періоду будівництва та дозволяє контролювати точність монтажу конструкцій, положення фундаментів, вертикальність несучих елементів та відповідність фактичних параметрів проєктним рішенням.

3.1.3 Організація тимчасового побутового та складського господарства

Для створення належних умов праці персоналу на будівельному майданчику передбачено влаштування тимчасового побутового містечка та складського господарства.

У складі побутового комплексу передбачаються:

- роздягальні;
- санітарно-побутові приміщення;
- душові;
- кімнати відпочинку;
- приміщення для приймання їжі;
- адміністративні модулі для інженерно-технічного персоналу.

Для зберігання матеріалів і конструкцій організовуються відкриті та закриті склади. У складських зонах передбачено окремі майданчики для:

- арматурної сталі;
- опалубних елементів;
- сипучих матеріалів;
- інструменту та інвентарю;
- збірних конструкцій.

Розташування складів та тимчасових споруд приймається з урахуванням технологічної схеми руху транспорту, зон роботи вантажопідіймальної техніки та вимог охорони праці.

Для забезпечення безпеки будівельного майданчика передбачено:

- зовнішнє освітлення території;
- систему охорони;
- інформаційні та попереджувальні знаки;
- організацію контрольованих в'їздів і виїздів.

3.1.4 Оцінювання готовності будівельного майданчика до виконання основних робіт

Початок основного циклу будівельно-монтажних робіт допускається лише після завершення всіх підготовчих заходів та підтвердження готовності будівельного майданчика відповідною виконавчою документацією.

Під час оцінювання готовності перевіряється:

- наявність дозвільної документації;
- готовність тимчасових інженерних мереж;
- забезпечення будівельного майданчика ресурсами;
- готовність під'їзних шляхів;
- виконання геодезичної розбивки;
- відповідність умов праці вимогам охорони праці та пожежної безпеки.

Усі підготовчі роботи повинні виконуватись відповідно до вимог:

- охорони праці;
- екологічної безпеки;

- пожежного захисту;
- санітарно-гігієнічних норм;
- технологічних регламентів будівельного виробництва.

Якісне виконання підготовчого періоду створює необхідні умови для безперервного ведення будівельно-монтажних робіт, підвищує ефективність організації будівництва та сприяє дотриманню проектних строків реалізації об'єкта.

3.2 Формування технологічної послідовності та організація процесу зведення будівлі

Організація будівництва багатоповерхового житлового будинку в місті Харків виконується з урахуванням конструктивних особливостей споруди, умов будівельного майданчика, прийнятих технологій виконання робіт та вимог чинних нормативних документів. Одним із головних завдань під час розроблення організаційно-технологічної схеми є забезпечення раціональної послідовності виконання будівельно-монтажних процесів, ефективного використання трудових і технічних ресурсів, а також дотримання нормативних строків будівництва.

Під час формування організаційно-технологічної моделі будівництва враховуються архітектурно-планувальні рішення, конструктивна схема будівлі, особливості технології монолітного будівництва, умови транспортування матеріалів та можливість безперервного ведення робіт. Організація будівництва повинна забезпечувати узгоджену роботу всіх виробничих підрозділів, мінімізувати простой механізмів і створювати безпечні умови праці на будівельному майданчику.

Для забезпечення впорядкованого виконання робіт будівлю поділяють на окремі технологічні ділянки – захватки. Такий підхід дозволяє організувати потокове виконання процесів та забезпечити послідовне переміщення спеціалізованих бригад у межах будівельного об'єкта. Поділ на захватки сприяє рівномірному завантаженню працівників, більш ефективному

використанню будівельної техніки та скороченню загальної тривалості будівництва.

Після визначення захваток виконується розрахунок тривалості окремих будівельних процесів. Тривалість робіт визначається на основі нормативної трудомісткості, обсягів робіт, кількості робітників та продуктивності будівельних машин і механізмів. При цьому враховується можливість суміщення окремих процесів у часі, що дозволяє забезпечити безперервність будівельного потоку та оптимізувати календарний графік виконання робіт.

Організаційно-технологічна схема зведення будівлі передбачає послідовне виконання підготовчих, земляних, фундаментних, бетонних, монтажних, покрівельних та оздоблювальних робіт. На початковому етапі здійснюється інженерна підготовка території, улаштування тимчасових мереж і під'їзних шляхів, після чого виконуються земляні роботи та влаштування пальового фундаменту. Після завершення підземного циклу розпочинається поетапне зведення надземної частини споруди.

Для реалізації проєкту прийнято потоковий метод організації будівництва, який базується на ритмічному виконанні однотипних процесів спеціалізованими бригадами. Такий метод дозволяє скоротити технологічні перерви між окремими операціями та забезпечити безперервне використання будівельної техніки. Найбільш ефективною для багатоповерхового житлового будинку є горизонтально-вертикальна схема розвитку будівельного потоку, за якої роботи одночасно виконуються як по поверхах, так і в межах окремих захваток.

Основною технологією зведення будівлі є монолітне залізобетонне будівництво із застосуванням інвентарної переставної опалубки. Використання монолітного залізобетону забезпечує високу просторову жорсткість споруди, покращує її експлуатаційні характеристики та дозволяє реалізувати сучасні архітектурно-планувальні рішення. Монолітна технологія також сприяє зменшенню кількості монтажних стиків і підвищує довговічність конструкцій.

Бетонування конструктивних елементів виконується циклічним методом із дотриманням технологічної послідовності робіт. Спочатку здійснюється монтаж опалубки та арматурних каркасів, після чого виконується укладання та ущільнення бетонної суміші. Після досягнення бетоном необхідної міцності проводиться демонтаж опалубки та перехід до бетонування наступного ярусу будівлі. Така схема дозволяє забезпечити безперервний темп зведення поверхів та ефективне використання опалубних систем.

Під час розроблення організаційно-технологічної схеми враховувались характеристики будівельних машин і механізмів, необхідних для виконання монтажних і бетонних робіт. Основним вантажопідіймальним механізмом на будівельному майданчику приймається баштовий кран, який забезпечує подачу арматури, опалубки, бетонної суміші та інших будівельних матеріалів до робочих зон. Вибір техніки здійснювався з урахуванням висоти будівлі, маси конструкцій, радіуса обслуговування та інтенсивності будівельного процесу.

Важливим елементом організації будівництва є забезпечення безпечних умов праці та дотримання вимог охорони праці, пожежної безпеки й екологічного захисту. Під час виконання робіт передбачається організація безпечного руху транспорту, огороження небезпечних зон, контроль технічного стану механізмів та використання засобів індивідуального захисту працівників.

У результаті розроблення організаційно-технологічної схеми забезпечено раціональну послідовність виконання будівельно-монтажних процесів, оптимізацію використання матеріально-технічних ресурсів та можливість безперервного зведення багатоповерхового житлового будинку у встановлені нормативні строки.

3.3 Технологія виконання основних будівельно-монтажних процесів

Організація будівельно-монтажних робіт під час зведення багатоповерхового житлового будинку передбачає комплексне застосування сучасних технологій, будівельних машин, механізмів та індустріальних

методів виконання робіт. Технологічні процеси приймаються з урахуванням конструктивних особливостей споруди, умов будівельного майданчика, вимог нормативної документації та необхідності забезпечення безпечного ведення будівництва.

Виконання земляних робіт є одним із перших етапів будівництва та включає комплекс підготовчих і основних процесів, пов'язаних із розробленням котловану, улаштуванням траншей та підготовкою основи під фундаментні конструкції. До початку механізованої розробки ґрунту виконується геодезична розбивка осей будівлі, закріплення реперів та встановлення обноски з нанесенням проєктних відміток. Одночасно здійснюється підготовка системи водовідведення та організація контролю відміток дна котловану.

Розроблення котловану виконується механізованим способом із застосуванням одноківшевого екскаватора типу Е-303 із місткістю ковша 0,65 м³. Використання механізованої технології дозволяє забезпечити високу продуктивність робіт та скоротити тривалість підготовчого циклу. При виконанні виїмки ґрунту залишають захисний шар товщиною 10–20 см, який видаляється вручну безпосередньо перед улаштуванням фундаментів. Такий підхід дозволяє запобігти порушенню природної структури ґрунтової основи та зменшує ризик втрати її несучої здатності.

Розміщення ґрунту, будівельної техніки та матеріалів виконується з урахуванням стійкості укосів котловану та вимог охорони праці. Вийнятий ґрунт складається на безпечній відстані від краю виїмки, а робота механізмів здійснюється поза межами призми обвалення. Для виконання траншей під інженерні мережі застосовуються тимчасові інвентарні кріплення, що забезпечують стійкість вертикальних стінок. Зачистка дна котловану та зворотне засипання виконуються із застосуванням бульдозера ДЗ-18.

Бетонні та залізобетонні роботи виконуються відповідно до вимог ДБН В.2.6-98:2009 із застосуванням індустріальних опалубних систем та механізованої подачі бетонної суміші. Для формування монолітних

конструкцій використовуються щитові опалубні системи PERI, арматурні каркаси та зварні сітки заводського виготовлення.

Подача бетонної суміші до фундаментів здійснюється автобетононасосом Putzmeister M20-4, що дозволяє забезпечити безперервність бетонування та рівномірне укладання бетонної суміші. Доставка бетону на будівельний майданчик виконується автобетонозмішувачами АБС-7ДА. Для подачі матеріалів та конструктивних елементів на монтажний горизонт використовується баштовий кран КБ-405.2А.

Зведення вертикальних монолітних конструкцій виконується після завершення комплексу підготовчих робіт, які включають перевірку геометричних параметрів фундаментів, підготовку опалубки, організацію освітлення робочих зон та встановлення захисних огорожень. Перед початком бетонування перевіряється технічний стан вантажопідіймальних механізмів, інструменту та засобів безпеки.

Арматурні роботи виконуються вручну після подачі арматурних елементів баштовим краном. З'єднання арматурних стержнів здійснюється в'язальним дротом у шаховому порядку, що забезпечує необхідну жорсткість каркаса та правильне положення робочої арматури в конструкції. Для улаштування вертикальних конструкцій застосовуються опалубні системи PERI TRIO та PERI MULTIFLEX. Демонтаж опалубки виконується лише після досягнення бетоном необхідної міцності, при цьому забороняється відривати щити за допомогою крана без попереднього відокремлення від бетонної поверхні.

Монолітні міжповерхові перекриття товщиною 200 мм виконуються з бетону класу С20/25. До початку бетонування перекриттів завершуються роботи з монтажу опорних елементів, перевіряється геометрія вертикальних конструкцій та виконується підготовка опалубки. Подавання елементів опалубки та арматури на монтажний горизонт здійснюється баштовим краном. Армування плити виконується вручну з послідовним монтажем нижньої та верхньої арматурних сіток. Особлива увага приділяється

контролю товщини захисного шару бетону та правильності розташування арматурних елементів.

Бетонування перекриттів здійснюється методом «баддя-кран», який забезпечує рівномірне подавання бетонної суміші у межах захватки. Після укладання бетон ущільнюється глибинними вібраторами для видалення повітряних порожнин та забезпечення однорідності структури бетону. Демонтаж опалубки перекриттів допускається після досягнення бетоном не менше 70 % проєктної міцності.

Монтаж великогабаритних панелей та елементів огорожувальних конструкцій виконується із застосуванням баштового крана. Транспортування панелей здійснюється спеціалізованими транспортними засобами з платформами. Для запобігання пошкодженню конструкцій між елементами встановлюються дерев'яні прокладки та розпірки. Під час монтажу виконується перевірка вертикальності та проєктного положення панелей із використанням геодезичних приладів. Місця стиків додатково герметизуються та утеплюються теплоізоляційними матеріалами.

Монтаж стін із полістиролбетонних блоків виконується після ретельного вирівнювання основи та перевірки горизонтальності поверхні. Для мурування використовується спеціальний клейовий склад, який наноситься тонким шаром за допомогою кельми. Перший ряд блоків встановлюється з особливою точністю, оскільки від нього залежить правильність подальшої кладки. Контроль положення блоків здійснюється за допомогою натягнутого шнура та будівельного рівня.

Кам'яні роботи виконуються відповідно до вимог нормативної документації із постійним контролем якості матеріалів та геометричних параметрів конструкцій. Перед початком мурування здійснюється геодезична розмітка осей, перевіряється якість розчину та відповідність цегли нормативним вимогам. Контроль якості кладки включає перевірку товщини швів, вертикальності поверхонь та відповідності конструкцій проєктним відміткам.

Оздоблювальні роботи виконуються після завершення основних монтажних та інженерних процесів. Для підвищення ефективності виконання оздоблення застосовується потоково-циклічний метод організації робіт, який дозволяє скоротити тривалість внутрішнього опорядження та забезпечити рівномірне завантаження робітників.

Прийняті технологічні рішення та методи виконання будівельно-монтажних робіт забезпечують безпечне та ефективне зведення багатоповерхового житлового будинку, дозволяють оптимізувати використання технічних ресурсів і забезпечити необхідний рівень якості будівельної продукції.

3.4 Обґрунтування вибору вантажопідіймального механізму для зведення будівлі

Під час розроблення організаційно-технологічних рішень одним із найважливіших етапів є вибір вантажопідіймального обладнання, яке забезпечує виконання монтажних, транспортних та допоміжних процесів на будівельному майданчику. Від правильності вибору монтажного крана залежать темпи виконання робіт, безпечність будівництва, ефективність використання трудових ресурсів та безперервність технологічного процесу.

Для будівництва багатоповерхового житлового будинку в місті Харків прийнято баштовий кран КБ-405.2А, технічні характеристики якого відповідають умовам виконання монолітних та монтажних робіт на об'єкті.

Застосування баштового крана дозволяє забезпечити механізоване подавання:

- арматурних каркасів;
- елементів опалубки;
- бетонної суміші;
- будівельних матеріалів;
- великогабаритних конструкцій;
- інженерного обладнання;
- допоміжного інвентарю.

Вибір крана здійснювався з урахуванням:

- поверховості будівлі;
- геометричних параметрів споруди;
- маси вантажів;
- необхідної висоти підйому;
- радіуса обслуговування;
- умов розташування крана на будівельному майданчику;
- інтенсивності виконання будівельно-монтажних робіт.

Баштовий кран КБ-405.2А належить до самопідйомних рейкових кранів і характеризується високою універсальністю під час виконання робіт у цивільному будівництві. Конструкція крана забезпечує можливість обслуговування значної площі будівельного майданчика без необхідності перестановки механізму в процесі зведення будівлі.

Таблиця – Технічні характеристики баштового крана КБ-405.2А

Параметр	Значення
Тип крана	Баштовий, самопідйомний
Максимальна вантажопідйомність	8,0 т
Вантажопідйомність на вильоті 30 м	1,75 т
Максимальний виліт стріли	30 м
Мінімальний виліт стріли	3,0 м
Висота підйому у вільностоячому положенні	до 40 м
Висота підйому при анкеруванні	до 100 м
Швидкість підйому вантажу	0,28–0,46 м/с
Швидкість повороту	0,6 об/хв
Швидкість переміщення візка	до 40 м/хв
Режим роботи	8П
Тип опори	Хрестовина, анкерне кріплення або залізобетонна основа

Максимальна вантажопідйомність крана становить: $Q_{\max}=8$ т

- безперешкодне обслуговування всіх зон будівництва;
- мінімізацію зон перетину транспортних потоків;
- безпечне переміщення вантажів;
- дотримання нормативних відстаней до існуючих споруд;
- раціональну організацію складських майданчиків.

Під час експлуатації баштового крана передбачається суворе дотримання вимог охорони праці та правил безпечного виконання вантажопідіймальних робіт. Для цього організовується:

- постійний контроль технічного стану механізмів;
- перевірка справності вантажозахоплювальних пристроїв;
- контроль допустимих навантажень на різних вильотах стріли;
- проведення інструктажів для машиністів та стропальників;
- улаштування небезпечних зон і сигнальних огорожень;
- встановлення попереджувальних знаків на території роботи крана.

Радіус небезпечної зони навколо крана приймається не менше: $R=5$ м.

У межах цієї зони забороняється перебування сторонніх осіб та виконання робіт, не пов'язаних із монтажним процесом.

Прийнятий баштовий кран КБ-405.2А забезпечує необхідну продуктивність будівельно-монтажних робіт, дозволяє механізувати основні технологічні процеси та створює умови для ритмічного зведення багатоповерхового житлового будинку у встановлені календарні строки.

3.5 Технологічна карта зведення монолітних конструкцій типового поверху

Технологічна карта розроблена для виконання комплексу робіт із улаштування монолітних конструкцій типового поверху багатоповерхового житлового будинку в місті Харків. Карта визначає послідовність виконання процесів, склад механізмів, вимоги до якості робіт, методи контролю та заходи з охорони праці під час бетонування вертикальних і горизонтальних конструкцій.

До складу робіт входять:

- монтаж опалубних систем;
- армування монолітних елементів;
- подача та укладання бетонної суміші;
- ущільнення бетону;
- догляд за бетоном;
- демонтаж опалубки.

Основними конструктивними елементами типового поверху є монолітні залізобетонні стіни та плити перекриття товщиною: $h=200$ мм.

Виконання монолітних робіт здійснюється потоковим методом із використанням баштового крана КБ-405.2А та інвентарних опалубних систем PERI.

Опалубні роботи

Для бетонування перекриттів і вертикальних конструкцій застосовується розбірно-переставна опалубка системи [PERI Multiflex](#), яка базується на використанні телескопічних стійок, дерев'яних балок та ламінованої водостійкої фанери. Система забезпечує високу точність геометричних параметрів конструкцій та дозволяє адаптувати опалубку до різних конфігурацій перекриттів.

До основних елементів опалубної системи належать:

- телескопічні стійки;
- поздовжні та поперечні балки;
- ламінована фанера;
- елементи кріплення;
- розпірки та фіксатори;
- система MULTIFLEX-Plus.

Монтаж опалубки виконується поетапно. Спочатку встановлюються телескопічні стійки, після чого монтуються поздовжні балки. Далі укладаються поперечні балки та формоутворювальна поверхня із водостійкої

фанери. Крок балок приймається відповідно до розрахункових навантажень та конструктивних вимог.

Максимальний крок між балками становить: $l=1500$ м.

Елементи опалубки транспортуються на монтажний горизонт баштовим краном та складуються відповідно до маркування й типорозмірів. Для запобігання деформаціям та пошкодженням опалубні елементи зберігаються під навісом у захищених від атмосферних впливів умовах.

Несуча здатність системи опалубки становить: 22–28 кН.

Система MULTIFLEX-Plus забезпечує точне розташування балок та спрощує монтаж конструкції без необхідності додаткових вимірювань.

Арматурні роботи

Після завершення монтажу опалубки виконуються роботи з армування монолітних конструкцій. Армування здійснюється відповідно до робочих креслень та результатів конструктивного розрахунку.

Під час армування встановлюються:

- нижні арматурні сітки;
- верхні арматурні сітки;
- просторові каркаси;
- монтажні та розподільчі стержні;
- закладні елементи;
- фіксатори захисного шару бетону.

Арматурні каркаси подаються на робочий горизонт баштовим краном, після чого виконуються їх монтаж і в'язання вручну за допомогою в'язального дроту. Особлива увага приділяється забезпеченню нормативного захисного шару бетону та правильному розташуванню арматури у зонах максимальних зусиль.

Після завершення армування виконується перевірка:

- діаметра арматури;
- кроку стержнів;
- якості з'єднань;

- положення закладних деталей;
- товщини захисного шару.

Подача та укладання бетонної суміші

Доставка бетонної суміші на будівельний майданчик здійснюється автобетонозмішувачами АБС-7ДА. Для подачі суміші до місця бетонування використовуються металеві бадді, які транспортуються баштовим краном.

Організація бетонування виконується таким чином, щоб забезпечити безперервність процесу. У процесі роботи:

- одна баддя завантажується бетонною сумішшю;
- друга транспортується краном;
- третя знаходиться у зоні бетонування.

Такий технологічний цикл дозволяє мінімізувати перерви між подаванням суміші та підтримувати необхідний темп бетонування.

Укладання бетонної суміші виконується шарами товщиною не більше:
 $h=300$ мм.

Після укладання кожен шар ущільнюється глибинними вібраторами для видалення повітряних порожнин і забезпечення однорідності бетону. Під час бетонування контролюється:

- рухливість бетонної суміші;
- температура бетону;
- безперервність укладання;
- якість ущільнення.

Догляд за бетоном та розпалублення

Після завершення бетонування поверхню конструкцій накривають поліетиленовою плівкою або спеціальними захисними матеріалами для запобігання швидкому випаровуванню вологи.

У теплий період року бетон додатково зволожується водою для забезпечення нормального процесу гідратації цементу та запобігання утворенню усадкових тріщин.

Демонтаж опалубки допускається лише після досягнення бетоном необхідної міцності. Розпалублення перекриттів виконується після набору бетоном не менше: 70% проєктної міцності.

Перед демонтажем опалубки проводиться перевірка результатів випробування контрольних зразків бетону та оформлюється дозвіл на виконання робіт.

Заходи з охорони праці

Усі роботи з монтажу опалубки, армування та бетонування виконуються відповідно до вимог нормативних документів з охорони праці та техніки безпеки.

Під час виконання робіт передбачено:

- використання запобіжних поясів при роботі на висоті;
- улаштування тимчасових огорожень;
- заборону перебування людей під переміщуваними вантажами;
- контроль справності електроінструменту;
- організацію безпечного руху техніки;
- очищення робочих місць після завершення зміни.

Особлива увага приділяється безпечній роботі баштового крана, правильному стропуванню вантажів та дотриманню технологічної дисципліни під час бетонування.

Контроль якості монолітних робіт здійснюється на всіх етапах технологічного процесу та включає:

- перевірку геометричних параметрів опалубки;
- контроль правильності армування;
- перевірку характеристик бетонної суміші;
- контроль ущільнення бетону;
- випробування контрольних зразків;
- перевірку умов догляду за бетоном;
- контроль міцності перед розпалубленням.

Результати контролю фіксуються у виконавчій документації:

- журналах робіт;
- актах прихованих робіт;
- журналах бетонування;
- протоколах лабораторних випробувань;
- актах розпалублення.

Прийнята технологія виконання монолітних робіт забезпечує необхідну якість конструкцій, безперервність будівельного процесу та відповідність вимогам сучасного житлового будівництва.

3.6 Розроблення календарного графіка виконання будівельно-монтажних робіт

Календарний графік виконання робіт є одним із основних організаційно-технологічних документів проєкту будівництва, який визначає послідовність, тривалість та взаємозв'язок окремих будівельних процесів у часі. Основним призначенням календарного графіка є забезпечення ритмічного та безперервного виконання будівельно-монтажних робіт із раціональним використанням трудових, матеріально-технічних і фінансових ресурсів.

Під час розроблення календарного графіка для будівництва багатоповерхового житлового будинку в місті Харків враховувалися:

- обсяги будівельно-монтажних робіт;
- технологічна послідовність процесів;
- конструктивні особливості будівлі;
- прийняті методи організації будівництва;
- склад будівельних бригад;
- продуктивність машин і механізмів;
- нормативна трудомісткість робіт;
- вимоги охорони праці та безпеки будівництва.

Календарний графік формується на основі технологічної послідовності виконання робіт і відображає взаємозв'язок між окремими етапами будівництва. Під час його розроблення передбачено максимально можливе

суміщення процесів у часі, що дозволяє скоротити загальну тривалість будівництва та підвищити ефективність використання будівельної техніки.

Організація будівельного процесу прийнята потоковим методом із розподілом робіт за окремими захватками та поверхами. Такий підхід забезпечує безперервне переміщення спеціалізованих бригад і дозволяє підтримувати стабільний темп зведення будівлі.

Календарний графік охоплює весь комплекс робіт, необхідних для реалізації об'єкта, зокрема:

- підготовчі роботи;
- земляні роботи;
- улаштування фундаментів;
- бетонування підземної частини;
- зведення монолітного каркаса;
- монтаж огорожувальних конструкцій;
- улаштування покрівлі;
- прокладання інженерних мереж;
- внутрішні оздоблювальні роботи;
- благоустрій території.

Підготовчий період включає організацію будівельного майданчика, підключення тимчасових інженерних мереж, улаштування під'їзних шляхів, геодезичну розбивку та встановлення тимчасових побутових споруд. Після завершення підготовчих заходів виконуються земляні роботи та розроблення котловану.

Наступним етапом є влаштування пальового фундаменту та монолітного ростверку. Роботи нульового циклу виконуються з урахуванням технологічної послідовності бетонування та необхідного часу для набору міцності бетоном.

Зведення надземної частини будівлі виконується циклічним методом. Основний цикл одного поверху включає:

- монтаж опалубки;

- армування конструкцій;
- бетонування стін;
- бетонування перекриття;
- догляд за бетоном;
- демонтаж і перестановку опалубки.

Тривалість одного циклу бетонування типового поверху визначається з урахуванням технологічних перерв та становить у середньому: $t=7$ діб.

Завдяки потоковій організації будівництва та застосуванню переставної опалубки забезпечується безперервне зведення монолітного каркаса будівлі.

Після завершення робіт із влаштування каркаса виконуються монтаж огорожувальних конструкцій, покрівельні роботи та встановлення інженерних систем. Внутрішні оздоблювальні процеси організовуються паралельно з монтажем інженерних мереж, що дозволяє скоротити загальний строк будівництва.

При складанні календарного графіка особлива увага приділяється рівномірності використання трудових ресурсів. Для цього визначаються:

- чисельність робітників на кожному етапі;
- потреба у будівельних машинах;
- графік постачання матеріалів;
- послідовність роботи спеціалізованих бригад.

Для виконання основних будівельно-монтажних робіт передбачається однозмінний режим роботи з можливістю переходу на двозмінний режим під час виконання найбільш трудомістких процесів.

Під час розроблення календарного графіка враховано можливі технологічні та організаційні ризики:

- несприятливі погодні умови;
- затримки постачання матеріалів;
- технологічні перерви;
- обмеження роботи вантажопідіймальної техніки.

Для мінімізації впливу зазначених факторів у графіку передбачено резерв часу на виконання найбільш критичних процесів.

Календарний графік є основою для:

- організації будівельного виробництва;
- контролю строків виконання робіт;
- планування постачання матеріалів;
- координації роботи підрядних організацій;
- контролю використання ресурсів.

Розроблений календарний графік забезпечує раціональну організацію будівництва, дозволяє оптимізувати тривалість реалізації проєкту та створює умови для безперервного й безпечного виконання будівельно-монтажних робіт у встановлені нормативні строки.

3.7 Розроблення будівельного генерального плану для зведення надземної частини багатоповерхового житлового будинку

Будівельний генеральний план є одним із основних організаційно-технологічних документів, який визначає раціональне розміщення тимчасових будівель і споруд, складських зон, будівельних машин, транспортних шляхів та інженерних мереж у межах будівельного майданчика. Основною метою розроблення будівельного генерального плану є створення умов для безпечного, безперервного та ефективного виконання будівельно-монтажних робіт із мінімізацією витрат часу та матеріально-технічних ресурсів.

Будівельний генеральний план розроблено для зведення надземної частини 15-поверхового житлового будинку в місті Харків з урахуванням конструктивних особливостей об'єкта, технології монолітного будівництва, характеристик будівельного майданчика та вимог чинних нормативних документів.

Вихідними даними для розроблення будівельного генерального плану є:

- площа забудови будівлі;
- поверховість об'єкта;

- конструктивна схема споруди;
- технологія виконання робіт;
- тривалість будівництва;
- склад будівельних машин і механізмів;
- кількість працюючих;
- потреба у тимчасових будівлях та інженерних мережах.

Проектований житловий будинок має площу забудови: $S=720 \text{ м}^2$.

Кількість поверхів будівлі становить: $n=15$.

Висота одного поверху прийнята: $h=3 \text{ м}$.

Зведення будівлі здійснюється за монолітно-каркасною технологією із використанням баштового крана КБ-405.2А. Організація робіт приймається у двозмінному режимі тривалістю по 8 годин кожна зміна, що дозволяє забезпечити безперервність основних технологічних процесів та скоротити загальну тривалість будівництва.

Одним із основних етапів розроблення будівельного генерального плану є визначення чисельності працівників, які одночасно перебувають на будівельному майданчику. Для оцінювання потреби у трудових ресурсах використовується укрупнений показник трудомісткості будівництва.

Середня трудомісткість зведення надземної частини приймається:
 $80 \text{ люд.-днів} / 100 \text{ м}^2$.

Загальна площа надземної частини будівлі становить:

$$S=15 \times 720 = 10800 \text{ м}^2$$

Загальна трудомісткість робіт визначається за формулою:

$$T=80 \times 10010800 = 8640 \text{ люд.-днів}$$

Тривалість виконання робіт із зведення надземної частини приймається:

$$t=176 \text{ робочих \textbackslash днів.}$$

Середня кількість працівників визначається:

$$N=8640/176 \approx 49 \text{ осіб}$$

З урахуванням коефіцієнта змінності приймається: $N=70 \text{ осіб}$.

Відповідно до нормативних вимог на будівельному майданчику передбачається влаштування тимчасових побутових приміщень для забезпечення належних санітарно-гігієнічних умов праці. До складу побутового містечка входять:

- роздягальні;
- душові;
- приміщення для приймання їжі;
- санітарні вузли;
- адміністративні приміщення;
- кімнати відпочинку персоналу.

Розрахунок площі побутових приміщень виконується відповідно до нормативної площі на одного працівника. Загальна площа побутових приміщень становить приблизно: $S_{\text{поб}} \approx 158 \text{ м}^2$.

Для забезпечення безперервного будівельного процесу на території будівельного майданчика передбачаються відкриті та закриті складські майданчики. Основними складськими зонами є:

- склад арматури;
- склад опалубки;
- майданчик для приймання бетонної суміші;
- склад інструменту та інвентарю;
- зона тимчасового складування матеріалів.

Загальна площа складських і виробничих майданчиків становить:

$$S_{\text{скл}} \approx 310 \text{ м}^2$$

Розміщення складів виконується з урахуванням радіуса обслуговування баштового крана та мінімізації внутрішньомайданчикових транспортних переміщень.

Для забезпечення транспортного обслуговування будівництва передбачено тимчасові автомобільні дороги та під'їзди. Ширина основної внутрішньомайданчикової дороги приймається: $b = 4,5 \text{ м}$.

За довжини дороги: $l=80$ м, площа дорожнього покриття становить:

$$S=4,5 \times 80=360 \text{ м}^2$$

Будівельний майданчик забезпечується тимчасовими інженерними мережами електропостачання, водопостачання та освітлення.

Основним споживачем електроенергії є баштовий кран КБ-405.2А, потужність якого становить: $P=30$ кВт.

Додатково враховуються потреби освітлення, електроінструменту та побутових приміщень. Загальна потреба у електроенергії становить:

$$P_{\text{заг}}=50 \text{ кВт.}$$

Добова потреба у воді для побутових і технологічних потреб становить:

$$Q=6,0 \text{ м}^3/\text{добу.}$$

Для виконання будівельно-монтажних робіт на майданчику передбачено використання основних машин і механізмів:

- баштового крана КБ-405.2А;
- автобетонозмішувачів;
- глибинних і поверхневих вібраторів;
- зварювальних апаратів;
- компресорного обладнання;
- електроінструменту.

Під час розроблення будівельного генерального плану особлива увага приділяється питанням охорони праці та екологічної безпеки. Територія будівельного майданчика огорожується захисною огорожею висотою:

$$h=2 \text{ м.}$$

На майданчику передбачається:

- зовнішнє освітлення;
- сигнальне огородження небезпечних зон;
- пожежний пост із засобами пожежогасіння;
- місця збору будівельного сміття;
- тимчасові санітарні вузли;
- заходи із захисту зелених насаджень.

Зона роботи баштового крана позначається попереджувальними знаками та сигнальними бар'єрами. Для запобігання негативному впливу будівництва на навколишнє середовище передбачаються заходи зі зменшення запилення території, організації збору відходів та контролю шумового впливу.

У результаті розроблення будівельного генерального плану для зведення надземної частини 15-поверхового житлового будинку забезпечено раціональну організацію будівельного майданчика з урахуванням технологічних, санітарно-побутових, транспортних та безпекових вимог. Під час проєктування БГП було визначено оптимальне розташування тимчасових будівель і споруд, складських зон, внутрішньомайданчикових доріг, інженерних мереж та зон роботи вантажопідіймальних механізмів.

Виконані розрахунки дозволили встановити необхідну кількість працівників, визначити площі побутових приміщень, складських майданчиків та тимчасових транспортних шляхів. Також було обґрунтовано потребу будівельного майданчика у водопостачанні, електроенергії та допоміжному обладнанні, необхідному для безперервного виконання будівельно-монтажних робіт.

Прийняте розташування баштового крана КБ-405.2А забезпечує повне охоплення зони будівництва, ефективну подачу матеріалів і конструкцій та мінімізацію внутрішньомайданчикових переміщень. Організація транспортної схеми та складського господарства сприяє скороченню простоїв техніки й підвищенню продуктивності праці.

Особливу увагу під час розроблення будівельного генерального плану приділено питанням охорони праці, пожежної безпеки та захисту навколишнього середовища. Передбачені заходи забезпечують безпечне виконання робіт, належні санітарно-гігієнічні умови для працівників та зменшення негативного впливу будівництва на прилеглу територію.

РОЗДІЛ IV

ОХОРОНА ПРАЦІ ПРИ БУДІВНИЦТВІ ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ

4.1 Нормативно-правові засади забезпечення безпечних умов праці під час будівництва багатоповерхового житлового будинку

Одним із найважливіших напрямів організації сучасного будівельного виробництва є забезпечення належного рівня охорони праці та безпеки життєдіяльності працівників. Під час зведення багатоповерхових житлових будинків будівельні процеси супроводжуються значною кількістю небезпечних і шкідливих виробничих факторів, що пов'язані з виконанням робіт на висоті, використанням вантажопідіймальних механізмів, електрообладнання, будівельних машин, інструменту та технологічного оснащення. У зв'язку з цим питання забезпечення безпечних умов праці мають важливе соціальне, економічне та виробниче значення.

Об'єктом проєктування є 15-поверховий житловий будинок у місті Харків, будівництво якого здійснюється за монолітно-каркасною технологією із застосуванням баштового крана, монолітних залізобетонних конструкцій, опалубних систем та механізованих методів виконання робіт. Особливістю такого будівництва є значна висота виконання робіт, підвищена інтенсивність технологічних процесів та одночасне перебування на будівельному майданчику великої кількості працівників і техніки. Це обумовлює необхідність комплексного підходу до організації охорони праці та постійного контролю за дотриманням вимог безпеки.

Правове регулювання охорони праці в будівництві здійснюється на основі законодавчих та нормативно-правових актів України, які встановлюють обов'язкові вимоги щодо створення безпечних умов праці, запобігання виробничому травматизму та професійним захворюванням.

Основним законодавчим документом у сфері охорони праці є Закон України «Про охорону праці», який визначає права та обов'язки працівників і роботодавців, порядок організації системи управління охороною праці та

принципи державної політики у цій сфері. Закон встановлює пріоритет життя і здоров'я працівника над результатами виробничої діяльності та покладає на роботодавця відповідальність за створення безпечних умов праці на робочих місцях.

Важливе значення також мають положення Кодексу законів про працю України, які регламентують:

- режим праці та відпочинку;
- вимоги до умов праці;
- порядок проведення інструктажів;
- забезпечення працівників засобами індивідуального захисту;
- відповідальність за порушення вимог безпеки праці.

Під час виконання будівельно-монтажних робіт необхідно дотримуватись вимог:

- ДБН А.3.2-2-2009 «Охорона праці і промислова безпека у будівництві»;
- ДБН А.3.1-5:2016 «Організація будівельного виробництва»;
- НПАОП 45.2-7.03-17 «Мінімальні вимоги з охорони праці на тимчасових або мобільних будівельних майданчиках»;
- Правил безпечної експлуатації вантажопідіймальних кранів;
- Правил улаштування електроустановок;
- державних санітарних норм та правил пожежної безпеки.

Згідно з нормативними вимогами на будівельному майданчику повинна функціонувати система управління охороною праці, яка включає:

- організацію навчання та перевірки знань працівників;
- проведення вступного та первинного інструктажів;
- контроль технічного стану обладнання;
- забезпечення працівників спецодягом і засобами індивідуального захисту;
- моніторинг умов праці;
- проведення профілактичних заходів щодо запобігання аваріям і нещасним випадкам.

Особливу увагу під час будівництва багатоповерхового житлового будинку необхідно приділяти безпеці виконання робіт на висоті. До таких робіт належать:

- монтаж і демонтаж опалубки;
- армування конструкцій;
- бетонування перекриттів;
- монтаж огорожувальних конструкцій;
- роботи у зоні дії баштового крана.

Для запобігання виробничому травматизму передбачається:

- улаштування захисних огорожень;
- використання страхувальних систем;
- організація безпечних проходів;
- позначення небезпечних зон;
- контроль справності вантажозахоплювальних пристроїв;
- заборона перебування людей під піднятим вантажем.

Соціально-економічне значення охорони праці полягає у збереженні життя та здоров'я працівників, зменшенні рівня виробничого травматизму, скороченні витрат, пов'язаних із аваріями та простоєм будівництва, а також у підвищенні загальної ефективності будівельного виробництва. Створення безпечних умов праці сприяє підвищенню продуктивності праці, покращенню трудової дисципліни та забезпечує стабільне функціонування будівельного підприємства.

Забезпечення охорони праці під час будівництва багатоповерхового житлового будинку є обов'язковою складовою організації будівельного виробництва та базується на комплексному дотриманні вимог чинного законодавства, будівельних норм і правил безпеки. Реалізація зазначених заходів дозволяє створити безпечні умови праці, мінімізувати ризик виникнення нещасних випадків та забезпечити надійне й безпечне виконання будівельно-монтажних робіт.

4.2 Аналіз виробничих умов та ідентифікація небезпечних факторів під час будівництва

Під час будівництва багатоповерхового житлового будинку в місті Харків працівники будівельного майданчика зазнають впливу різноманітних небезпечних і шкідливих виробничих факторів, які виникають у процесі виконання земляних, монтажних, бетонних, вантажопідіймальних та оздоблювальних робіт. Аналіз умов праці проводиться з метою виявлення потенційних джерел небезпеки, оцінювання рівня професійного ризику та визначення необхідних організаційно-технічних заходів щодо забезпечення безпечного виконання робіт.

Будівництво 15-поверхового житлового будинку характеризується значною кількістю одночасно виконуваних технологічних процесів, використанням будівельних машин, механізмів, електрообладнання та виконанням робіт на висоті. Це створює умови для виникнення виробничих небезпек, які можуть призвести до травмування працівників, аварійних ситуацій або погіршення стану здоров'я персоналу.

Одним із найбільш небезпечних факторів під час зведення надземної частини будівлі є виконання робіт на висоті. Монтаж опалубки, армування конструкцій, бетонування перекриттів та роботи в зоні баштового крана супроводжуються ризиком падіння працівників із висоти, а також падіння інструменту або будівельних матеріалів на нижні робочі рівні. Причиною виникнення таких небезпек можуть бути:

- відсутність або пошкодження захисних огорожень;
- порушення технології виконання робіт;
- використання несправних засобів підмоцнування;
- недотримання працівниками вимог охорони праці.

Особливо небезпечними є роботи у зоні дії баштового крана КБ-405.2А. Під час переміщення вантажів існує ризик їх падіння через неправильне стропування, перевищення допустимої вантажопідйомності або несправність вантажозахоплювальних пристроїв. Також небезпеку створює можливість

зіткнення вантажу з конструкціями будівлі або працівниками, які перебувають у робочій зоні.

Під час бетонних робіт працівники зазнають впливу підвищеного рівня шуму та вібрації, що виникають у процесі роботи глибинних вібраторів, електроінструменту та будівельної техніки. Тривалий вплив шуму може спричиняти зниження працездатності, погіршення концентрації уваги та професійні захворювання органів слуху. Вібраційне навантаження негативно впливає на нервову та опорно-рухову системи працівників.

До фізичних небезпечних факторів також належать:

- запиленість повітря робочої зони;
- підвищена або знижена температура;
- недостатнє освітлення;
- електричний струм;
- рухомі частини машин і механізмів.

Запиленість виникає під час виконання земляних робіт, різання матеріалів, приготування будівельних сумішей та очищення конструкцій. Найбільша концентрація пилу спостерігається у місцях виконання оздоблювальних і бетонних робіт. За відсутності ефективного пилопригнічення концентрація пилу може перевищувати допустимі санітарні норми.

Під час виконання робіт у холодний період року працівники можуть зазнавати впливу низьких температур та підвищеної вологості, що негативно впливає на умови праці та підвищує ризик простудних захворювань. У літній період небезпечним фактором є перегрівання організму внаслідок високої температури повітря та дії сонячного випромінювання.

Небезпека ураження електричним струмом виникає під час експлуатації електроінструменту, тимчасових електромереж, освітлювального обладнання та зварювальних апаратів. Основними причинами травмування можуть бути:

- пошкодження ізоляції кабелів;
- використання несправного обладнання;
- відсутність заземлення;

- порушення правил експлуатації електроустановок.

До хімічних небезпечних факторів належить вплив цементного пилу, лакофарбових матеріалів, мастик, розчинників та інших будівельних речовин, які можуть викликати подразнення органів дихання, шкіри та слизових оболонок. Найбільший вплив хімічних факторів спостерігається під час оздоблювальних, гідроізоляційних і фарбувальних робіт.

Психофізіологічні фактори пов'язані зі значними фізичними навантаженнями, монотонністю окремих процесів, нервово-емоційним напруженням та роботою в умовах підвищеної відповідальності. Найбільше навантаження спостерігається у машиністів кранів, стропальників, бетонярів та монтажників, робота яких потребує постійної концентрації уваги та точності виконання операцій.

Аналіз умов праці показує, що більшість небезпечних і шкідливих виробничих факторів можуть бути зменшені або повністю усунені шляхом впровадження комплексу організаційних і технічних заходів. До таких заходів належать:

- застосування засобів індивідуального захисту;
- улаштування захисних огорожень;
- механізація небезпечних процесів;
- використання справного обладнання;
- організація безпечних маршрутів руху;
- забезпечення нормативного освітлення;
- контроль технічного стану машин і механізмів;
- проведення навчання та інструктажів з охорони праці.

Проведений аналіз умов праці дозволив виявити основні небезпечні та шкідливі виробничі фактори, характерні для будівництва багатоповерхового житлового будинку. Отримані результати є основою для подальшого розроблення організаційно-технічних рішень, спрямованих на покращення умов праці, зниження професійного ризику та підвищення рівня безпеки будівельного виробництва.

4.3 Оцінювання ризику виникнення потенційно небезпечних ситуацій під час будівництва

Будівництво багатоповерхового житлового будинку в місті Харків супроводжується значною кількістю небезпечних виробничих процесів, пов'язаних із виконанням робіт на висоті, використанням вантажопідіймальних механізмів, електрообладнання, будівельних машин та технологічного оснащення. У зв'язку з цим одним із ключових етапів забезпечення безпеки праці є дослідження ризику реалізації потенційних небезпек та визначення рівня професійного ризику для працівників будівельного майданчика.

Оцінювання ризику проводиться з метою:

- виявлення найбільш небезпечних виробничих факторів;
- визначення ймовірності виникнення небезпечних ситуацій;
- оцінювання можливих наслідків;
- розроблення заходів щодо зниження рівня ризику;
- підвищення рівня безпеки будівельного виробництва.

Для оцінювання ризиків використовується матричний метод аналізу ризику, який базується на визначенні:

- ймовірності виникнення небезпечної події;
- тяжкості можливих наслідків.

Рівень ризику визначається за формулою: $R = P \times S$

де:

R — рівень ризику;

P — імовірність виникнення небезпечної події;

S — тяжкість наслідків.

Для оцінювання ризику приймається п'ятибальна шкала ймовірності та тяжкості наслідків.

Таблиця 4.3.1 – Шкала оцінювання ймовірності виникнення небезпечної події

Рівень	Характеристика	Опис
1	Дуже низька	Подія мало ймовірна
2	Низька	Подія може виникнути рідко
3	Середня	Подія можлива за певних умов
4	Висока	Подія виникає регулярно
5	Дуже висока	Подія практично неминуча

Таблиця 4.3.2 – Шкала оцінювання тяжкості наслідків

Рівень	Характеристика	Наслідки
1	Незначні	Легкі ушкодження
2	Помірні	Тимчасова втрата працездатності
3	Середні	Травми середньої тяжкості
4	Значні	Важкі травми
5	Критичні	Смертельні наслідки

На основі проведеного аналізу умов праці визначено основні потенційні небезпеки, характерні для будівництва багатоповерхового житлового будинку.

Таблиця 4.3.3 – Ідентифікація потенційних небезпек на будівельному майданчику

№	Небезпечний фактор	Причина виникнення	Можливі наслідки
1	Падіння працівника з висоти	Відсутність огорожень, порушення правил безпеки	Важкі травми або загибель
2	Падіння вантажу з крана	Неправильне стропування, перевантаження крана	Травмування працівників
3	Ураження електричним струмом	Пошкодження кабелів, несправне обладнання	Електротравми
4	Вплив шуму та вібрації	Робота будівельної техніки та вібраторів	Погіршення здоров'я
5	Запиленість повітря	Земляні та оздоблювальні	Захворювання

№	Небезпечний фактор	Причина виникнення роботи	Можливі наслідки органів дихання
6	Обвалення конструкцій або опалубки	Порушення технології монтажу	Травмування персоналу
7	Пожежа	Порушення правил пожежної безпеки	Матеріальні збитки, травми
8	Травмування рухомими механізмами	Недотримання безпечної дистанції	Механічні ушкодження

Після визначення небезпечних факторів виконується оцінювання рівня ризику для кожної потенційної небезпеки.

Таблиця 4.3.4 – Оцінювання рівня професійного ризику

№	Небезпечний фактор	Ймовірність Р	Наслідки S	Рівень ризику $R=P \times S$	Оцінка ризику
1	Падіння з висоти	4	5	20	Високий
2	Падіння вантажу	3	5	15	Високий
3	Ураження струмом	3	4	12	Значний
4	Шум і вібрація	4	2	8	Середній
5	Запиленість	3	2	6	Помірний
6	Обвалення опалубки	2	5	10	Значний
7	Пожежа	2	5	10	Значний
8	Травмування технікою	3	3	9	Середній

Для наочного оцінювання рівнів небезпеки використовується матриця ризиків.

Таблиця 4.3.5 – Матриця оцінювання ризиків

Тяжкість наслідків / Ймовірність	1	2	3	4	5
5	5	10	15	20	25
4	4	8	12	16	20
3	3	6	9	12	15
2	2	4	6	8	10

Тяжкість наслідків / Ймовірність	1	2	3	4	5
1	1	2	3	4	5

Класифікація рівнів ризику приймається такою:

- 1–4 — низький ризик;
- 5–9 — помірний ризик;
- 10–15 — значний ризик;
- 16–25 — високий ризик.

Результати оцінювання показують, що найбільшу небезпеку під час будівництва становлять:

- роботи на висоті;
- переміщення вантажів баштовим краном;
- роботи з електрообладнанням;
- монтаж опалубних конструкцій.

Саме ці процеси потребують впровадження першочергових організаційно-технічних заходів для зниження рівня професійного ризику.

Для зменшення ймовірності виникнення небезпечних ситуацій необхідно:

- використовувати інвентарні захисні огороження;
- застосовувати страхувальні системи;
- контролювати справність вантажопідіймального обладнання;
- виконувати періодичний контроль електромереж;
- організувати навчання та інструктажі працівників;
- забезпечити використання засобів індивідуального захисту;
- обмежити доступ сторонніх осіб до небезпечних зон.

Проведене дослідження ризику дозволило визначити найбільш небезпечні виробничі процеси та оцінити рівень професійного ризику під час будівництва багатоповерхового житлового будинку. Отримані результати є основою для розроблення комплексу організаційних і технічних заходів, спрямованих на підвищення безпеки праці та запобігання виникненню аварійних ситуацій на будівельному майданчику.

4.4 Розроблення організаційно-технічних та інженерних заходів щодо підвищення безпеки праці на будівельному майданчику

На основі проведеного аналізу умов праці та оцінювання професійних ризиків під час будівництва багатоповерхового житлового будинку в місті Харків встановлено, що найбільшу небезпеку для працівників становлять роботи на висоті, експлуатація вантажопідіймальних механізмів, використання електрообладнання, підвищений рівень шуму та запиленість робочої зони. Для мінімізації впливу небезпечних і шкідливих виробничих факторів передбачається комплекс організаційних, технічних та інженерних заходів, спрямованих на покращення умов праці та підвищення рівня виробничої безпеки.

Одним із основних напрямів забезпечення безпечних умов праці є організація системи навчання працівників з охорони праці. До початку виконання робіт усі працівники повинні проходити вступний, первинний та повторний інструктажі з охорони праці відповідно до вимог чинного законодавства. Працівники, які виконують роботи підвищеної небезпеки, зокрема машиністи кранів, стропальники, електрозварники та монтажники, допускаються до роботи лише після спеціального навчання та перевірки знань.

На будівельному майданчику необхідно забезпечити:

- наявність інструкцій з охорони праці для всіх видів робіт;
- розміщення попереджувальних знаків безпеки;
- позначення небезпечних зон;
- контроль дотримання технологічної дисципліни;
- проведення щоденного огляду обладнання та механізмів.

Для працівників встановлюється раціональний режим праці та відпочинку з урахуванням інтенсивності виробничих процесів і сезонних умов виконання робіт. У літній період передбачаються додаткові технологічні перерви для запобігання перегріванню організму, а в зимовий період — облаштування приміщень для обігріву персоналу.

Особливу увагу необхідно приділяти безпеці виконання робіт на висоті. Для зниження ризику падіння працівників передбачається:

- встановлення інвентарних захисних огорожень;
- використання страхувальних поясів;
- монтаж захисних сіток;
- улаштування безпечних проходів;
- використання інвентарних риштувань та підмостків заводського виготовлення.

Висота захисних огорожень повинна становити не менше: $h=1,1$ м.

Усі робочі настили мають бути обладнані бортовими дошками для запобігання падінню інструменту та матеріалів із висоти.

Для забезпечення безпечної роботи баштового крана КБ-405.2А передбачається:

- обмеження доступу сторонніх осіб у зону роботи крана;
- перевірка справності вантажозахоплювальних пристроїв;
- контроль стійкості крана;
- дотримання допустимих навантажень;
- встановлення сигнального огороження небезпечної зони;
- проведення періодичних технічних оглядів.

Радіус небезпечної зони роботи крана приймається не менше: $R=5$ м.

У межах цієї зони забороняється перебування працівників, не пов'язаних із виконанням монтажних робіт.

Для зниження рівня виробничого шуму та вібрації передбачається використання справного обладнання та сучасних механізмів із пониженими шумовими характеристиками. Під час роботи вібраторів, компресорів та іншого обладнання працівники забезпечуються засобами індивідуального захисту органів слуху.

Допустимий рівень шуму на робочих місцях не повинен перевищувати:
 $L=80$ дБ.

Для зменшення запиленості повітря робочої зони передбачається:

- зволоження поверхонь під час земляних робіт;
- використання пилопригнічення;
- своєчасне прибирання будівельного сміття;
- застосування закритих контейнерів для сипучих матеріалів;
- використання респіраторів.

Особлива увага приділяється забезпеченню нормативних параметрів мікроклімату. У холодний період року побутові приміщення обладнуються системами електричного обігріву, а в літній період організовується природна вентиляція та забезпечується питний режим працівників.

Для нормалізації умов освітлення на будівельному майданчику передбачено:

- встановлення прожекторного освітлення;
- освітлення небезпечних зон;
- використання переносних світильників безпечної напруги;
- освітлення евакуаційних проходів і робочих місць.

Освітленість робочих зон повинна відповідати вимогам нормативних документів і становити не менше: $E=50-100$ лк залежно від характеру виконуваних робіт.

Для забезпечення електробезпеки на будівельному майданчику передбачається:

- захисне заземлення електрообладнання;
- використання автоматичних вимикачів;
- захист кабельних ліній від механічних пошкоджень;
- застосування переносного інструменту безпечної напруги;
- проведення регулярної перевірки ізоляції кабелів.

Опір заземлювального пристрою не повинен перевищувати: $R \leq 4$ Ом.

Усі тимчасові електромережі повинні монтуватися відповідно до вимог правил улаштування електроустановок та експлуатуватись лише після перевірки їх технічного стану.

Для забезпечення пожежної безпеки на будівельному майданчику організовується пожежний пост, обладнаний:

- вогнегасниками;
- ящиками з піском;
- пожежними щитами;
- резервом води;
- засобами зв'язку для виклику аварійних служб.

Місця виконання зварювальних робіт додатково забезпечуються первинними засобами пожежогасіння та очищуються від легкозаймистих матеріалів.

З метою покращення санітарно-гігієнічних умов праці на будівельному майданчику передбачається:

- обладнання побутових приміщень;
- забезпечення працівників питною водою;
- організація місць для приймання їжі;
- регулярне прибирання території;
- вивезення будівельних відходів.

Для зменшення негативного впливу будівництва на навколишнє середовище передбачаються:

- контроль рівня шуму;
- обмеження запилення території;
- організація збору та сортування відходів;
- захист зелених насаджень;
- недопущення забруднення ґрунтів і зливових вод.

Упровадження запропонованих організаційних і технічних заходів дозволяє суттєво знизити рівень професійного ризику, покращити умови праці працівників та забезпечити безпечне виконання будівельно-монтажних робіт під час зведення багатоповерхового житлового будинку. Реалізація зазначених заходів також сприятиме зменшенню виробничого травматизму,

підвищенню ефективності будівельного виробництва та дотриманню вимог чинного законодавства у сфері охорони праці.

4.5 Висновки до розділу «Охорона праці»

У розділі «Охорона праці» було виконано комплексний аналіз умов праці під час будівництва багатоповерхового житлового будинку в місті Харків та розглянуто основні організаційні, технічні й інженерні заходи, спрямовані на забезпечення безпечного виконання будівельно-монтажних робіт.

Основною метою розділу було дослідження небезпечних і шкідливих виробничих факторів, характерних для будівельного виробництва, оцінювання рівня професійного ризику та розроблення комплексу рішень щодо покращення умов праці, зниження рівня виробничого травматизму та запобігання виникненню аварійних ситуацій на будівельному майданчику.

У процесі виконання розділу було проаналізовано нормативно-правову базу у сфері охорони праці, яка регламентує вимоги до організації безпечного будівельного виробництва. Розглянуто основні положення законодавчих і нормативних документів щодо забезпечення безпечних умов праці, експлуатації будівельної техніки, організації робіт на висоті та електробезпеки.

У ході аналізу умов праці встановлено, що найбільшу небезпеку під час будівництва становлять:

- роботи на висоті;
- переміщення вантажів баштовим краном;
- використання електрообладнання;
- підвищений рівень шуму та вібрації;
- запиленість робочої зони;
- можливість обвалення елементів опалубки та конструкцій.

Для оцінювання рівня професійного ризику було застосовано матричний метод аналізу ризиків, що дозволило визначити найбільш небезпечні виробничі процеси та встановити пріоритетність заходів із підвищення безпеки праці. За результатами оцінювання встановлено, що найбільш

критичними є ризики падіння працівників із висоти, падіння вантажів під час роботи баштового крана та ураження електричним струмом.

На основі проведеного аналізу розроблено комплекс організаційно-технічних заходів, спрямованих на покращення умов праці та зниження професійного ризику. До основних запропонованих рішень належать:

- використання захисних огорожень і страхувальних систем;
- організація безпечних зон роботи вантажопідіймальних механізмів;
- забезпечення працівників засобами індивідуального захисту;
- проведення навчання та інструктажів з охорони праці;
- нормалізація параметрів мікроклімату;
- забезпечення нормативного освітлення робочих місць;
- заходи щодо зниження шуму та запиленості;
- забезпечення електробезпеки та пожежної безпеки;
- організація санітарно-побутового обслуговування працівників.

Запропоновані технічні та організаційні рішення дозволяють суттєво знизити ймовірність виникнення нещасних випадків, покращити санітарно-гігієнічні умови праці та забезпечити безпечне виконання будівельно-монтажних робіт на всіх етапах зведення будівлі.

Реалізація передбачених заходів з охорони праці забезпечує підвищення рівня виробничої безпеки, сприяє збереженню життя та здоров'я працівників, зменшує рівень професійного ризику та створює необхідні умови для ефективного й безпечного виконання будівництва багатоповерхового житлового будинку.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДБН А.3.1-5:2016. Організація будівельного виробництва. К.: Мінрегіонбуд України, 2016. 46 с. https://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2016/01/A315_Organizatsiyabudivelnogo-virobnitstva.pdf
2. ДБН А.3.2-2-2009. Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення (НПАОП45.2-7.02-12) http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=25399
3. ДБН В.1.1-7:2016. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. [Чинний від 2016–10–31]. К. : Мінрегіон України, 2016. 39 с. https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id_doc=68456
4. ДБН В.1.2-2:2006. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування. Зміна №1 К. : Мінбуд України, 2006. 75 с. http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=21670106
5. ДБН В.2.2-15:2019. Житлові будинки. Основні положення. [Чинний від 2019–01–19]. Зі Зміною №1. К. : Міністерство розвитку громад та територій України, 2022. 51 с. https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id_doc=59627
6. ДБН В.2.6:220-2017. Покриття будівель і споруд. К. : Мінрегіонбуд України, 2017. 46 с. https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id_doc=72201
7. ДБН А.1.1-1:2009. Система стандартизації та нормування у будівництві. Основні положення. К. : Мінрегіонбуд України, 2013. 16 с. https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id_doc=112664
8. ДБН В.1.1-45:2017. Будівлі і споруди в складних інженерно-геологічних умовах. Загальні положення. К. : Мінрегіонбуд України, 2017. 26 с. https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id_doc=71184
9. ДБН В.2.2-41:2019. Висотні будівлі. Основні положення. К. : Мінрегіонбуд України, 2019. 50 с.

- https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id_doc=84353
10. ДБН В.2.6-162:2010. Конструкції будинків і споруд. Кам'яні та армокам'яні конструкції. Основні положення. Із Зміною №1. К. : Міністерство розвитку громад та територій України. 2022. 103 с.
https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id_doc=26738
11. ДБН В.2.6-98:2009. Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення. К. : Мінрегіонбуд України, 2011. 71 с.
https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id_doc=112670
12. ДСТУ-Н Б В 2.1-28:2013. Настанова щодо проведення земляних робіт, улаштування основ та спорудження фундаментів. [Чинний від 2014–01–01]. Київ, 2013. 98 с.
https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id_doc=54094
13. ДСТУ–Н Б В.2.6-203:2015. Настанова з виконання робіт при виготовленні та монтажу будівельних конструкцій. [Чинний від 2016–04–01]. К. : Мінрегіон України, 2015. 62 с.
https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id_doc=63372
14. ДСТУ 9243.4:2023. Система проектної документації для будівництва. Основні вимоги до проектної документації. К. : ДП «УкрНДНЦ», 2024. 59 с.
https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id_doc=103963
15. ДСТУ 3008-2015. Інформація та документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлювання. К. : ДП «УкрНДНЦ», 2016. 31 с.
https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id_doc=64463
16. НАПБ А.01.001-2014. Правила пожежної безпеки в Україні.
https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id_doc=60541
17. Інноваційні технології каркасного будівництва : навч. посібник / Г.М. Тонкачєєв, О.С. Молодід, В.Г. Тонкачєєв, О.Г. Шандра : Під ред. проф. Г.М. Тонкачєєва. К.: Видавництво Ліра-К. 2024. 316 с.

18. Правила охорони праці під час експлуатації вантажопідіймальних кранів, підіймальних пристроїв і відповідного обладнання.
<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0244-18#Text>
19. Теліченко О.І., Нагорний М.В. Зведення і монтаж будівель та споруд : навч. пос. Суми : Видавництво СНАУ, 2020. 197 с.
20. Технологія монтажу будівельних конструкцій : навч. пос. / В. К. Черненко, О. Ф. Осипов, Г. М. Тонкачєєв та ін.; За ред. В. К. Черненка. Вид. 1-ше і 2-ге. видання К.: Горобець, 2011. 372 с.: іл.