


**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 каркасно-монолітного 6-поверхового житлового будинку з підземним паркінгом у Харкові

Розробила: студ. III курсу, групи ПЦБ 2023-2у
спеціальності 192 - Будівництво та цивільна інженерія
ОПП «Промислове та цивільне будівництво»
Якименко Катерина Валеріївна 

Керівник: докт.техн.наук., проф. Алейнікова А.І.

Рецензент: доцент Братішко С.М.



**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

ЯКИМЕНКО КАТЕРИНИ ВАЛЕРІЇВНИ

Спеціальність: *192 - Будівництво та цивільна інженерія*

Освітньо-професійна програма: *Промислове та цивільне будівництво*

Тема кваліфікаційної роботи: *Зведення каркасно-монолітного 6-поверхового житлового будинку з підземним паркінгом у Харкові* затверджена наказом ректора ХНУМГ ім. О. М. Бекетова № 447-03 від 26.05.2026 р.

Термін подання завершеної роботи на кафедру “16” 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.*


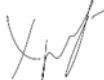
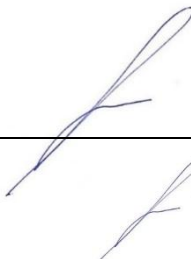



Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):

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

- розрахунково-конструктивна частина: *сходинковий марш, армування маршу; схема розташування буронабивних паль; схема розташування ростверку.*

- технологічні рішення та організація будівництва: *технологічна карта на виконання робіт по влаштуванню підземного поверху; будгенплан; календарний графік виконання робіт по об'єкту.*

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	проф. Алейнікова А.І.		
3. Технологічні рішення та організація будівництва	проф. Алейнікова А.І.			
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	05.03.26-25.03.26	<i>виконано</i>
2. Розрахунково-конструктивна частина	27.03.26-27.04.26	<i>виконано</i>
3. Технологічні рішення та організація будівництва	29.04.26-20.05.26	<i>виконано</i>
4. Охорона праці	22.05.26-31.05.26	<i>виконано</i>

Керівник кваліфікаційної роботи  проф. Алейнікова А.І.

Завдання прийняв до виконання  Якименко К.В.

Дата видачі завдання "05"березня 2026 р.

ЗМІСТ

Розділ 1. Архітектурно-будівельна частина.....	5
1.1 Аналіз вихідних параметрів та умов проєктування житлової будівлі	5
1.2 Дослідження природно-кліматичних та інженерних умов будівельного майданчика.....	6
1.3 Архітектурно-планувальна організація території та генеральний план забудови.....	9
1.4 Архітектурно-планувальна структура та функціональна організація будівлі.....	13
1.5 Конструктивна схема будівлі та характеристика основних архітектурно-будівельних рішень.....	16
1.6 Теплотехнічне обґрунтування зовнішньої огорожувальної конструкції будівлі.....	20
Розділ 2. Розрахунково-конструктивна частина	23
2.1 Розрахунок та проєктування підземної частини житлового шести поверхового будинку.....	23
2.2 Розрахунок та проєктування надземної частини житлового шести поверхового будинку.....	31
Розділ 3. Технологічні рішення та організація будівництва.....	43
Розділ 4. Охорона праці.....	72
Список використаних джерел.....	93

РОЗДІЛ І

АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Аналіз вихідних параметрів та умов проєктування житлової будівлі

Підставою для розроблення кваліфікаційної роботи бакалавра є індивідуальне завдання на проєктування багатоквартирного житлового будинку з підземним паркінгом у місті Харків. Проєктована будівля належить до житлових цивільних споруд середньої поверховості та передбачає зведення шестиповерхового будинку з вбудовано-підземною автостоянкою для тимчасового зберігання легкових автомобілів мешканців.

Під час розроблення архітектурно-будівельних рішень враховано чинні нормативні документи України у сфері проєктування, будівництва, енергоефективності, пожежної безпеки та забезпечення надійності будівель і споруд. Основними нормативними документами, що були використані при формуванні вихідних параметрів об'єкта, є ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель», ДБН В.1.2-14:2018 «Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд», а також ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 щодо визначення кліматичних навантажень і природно-кліматичних умов району будівництва.

Район будівництва характеризується помірно континентальним кліматом із суттєвими сезонними коливаннями температури зовнішнього повітря. Для міста Харків характерними є холодний зимовий період та достатньо спекотне літо, що безпосередньо впливає на вимоги до теплозахисних характеристик зовнішніх огорожувальних конструкцій будівлі.

Згідно з кліматичними характеристиками району будівництва прийнято такі основні розрахункові параметри:

- температура внутрішнього повітря житлових приміщень: +20 °С;
- нормативна відносна вологість внутрішнього повітря: 50-60 %;
- абсолютна мінімальна температура зовнішнього повітря: -36 °С;

- середня температура найбільш холодної п'ятиденки: -23 °С;
- абсолютна максимальна температура зовнішнього повітря: +39 °С;
- температурна зона будівництва: І;
- тривалість опалювального періоду: понад 3500 градусо-днів.

Враховуючи наведені кліматичні умови, при проєктуванні будівлі особлива увага приділяється забезпеченню нормативного рівня енергоефективності та зниженню тепловтрат через зовнішні огорожувальні конструкції. Для зовнішніх стін будівлі відповідно до вимог ДБН В.2.6-31:2021 мінімально допустиме значення приведенного опору теплопередачі приймається не менше: $R_{q,min}=4 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$.

Проєктований об'єкт за класом наслідків (відповідальності) належить до категорії СС2, що обумовлено кількістю мешканців, функціональним призначенням споруди та можливими соціально-економічними наслідками у випадку відмови конструктивних елементів. Ступінь довговічності будівлі прийнято ІІ, а нормативний термін експлуатації становить 100 років за умови дотримання вимог щодо експлуатації, технічного обслуговування та своєчасного проведення ремонтних робіт.

Архітектурно-планувальні рішення будівлі сформовані з урахуванням сучасних вимог до комфортності проживання, функціонального зонування приміщень, інсоляції, природного освітлення та енергоефективності. Наявність підземного паркінгу дозволяє раціонально використовувати територію забудови та підвищує експлуатаційну привабливість житлового комплексу в умовах щільної міської забудови.

Наведені вихідні дані та природно-кліматичні характеристики району будівництва є основою для подальшого розроблення архітектурних, конструктивних і теплотехнічних рішень проєктованої будівлі.

1.2 Дослідження природно-кліматичних та інженерних умов будівельного майданчика

Під час розроблення проєкту багатоквартирного житлового будинку у місті Харків було проведено аналіз природно-кліматичних, інженерно-

геологічних та транспортно-інфраструктурних умов району будівництва. Врахування зазначених факторів є необхідною умовою для прийняття обґрунтованих архітектурно-будівельних і конструктивних рішень, а також для забезпечення надійності, довговічності та безпечної експлуатації об'єкта.

Кліматичні характеристики району будівництва визначено відповідно до нормативних документів у сфері будівельної кліматології. Для території Харкова характерний помірно континентальний клімат із чітко вираженими сезонними змінами температури зовнішнього повітря, вологості, кількості атмосферних опадів та швидкості вітру.

Середньомісячні температури повітря свідчать про наявність холодного зимового періоду та достатньо теплого літнього сезону. Найнижчі температури спостерігаються у січні та лютому, тоді як максимальні температурні показники характерні для липня та серпня. Середня температура повітря у літній період становить близько +26,7 °С, що створює сприятливі умови для виконання більшості будівельно-монтажних робіт.

Аналіз вітрового режиму району будівництва показує, що у зимовий період переважають південно-східні напрямки вітру, тоді як у літній період домінують північно-західні повітряні потоки. Врахування напрямку та інтенсивності вітрових навантажень є важливим під час розроблення генерального плану, визначення орієнтації будівлі, розташування тимчасових споруд, а також при проектуванні огорожувальних конструкцій і покрівлі будівлі.

Розподіл атмосферних опадів протягом року має виражений сезонний характер. Найбільша кількість опадів припадає на літні місяці, що пов'язано з активними конвективними процесами та грозовими явищами. У зимовий період кількість опадів суттєво зменшується. Такий режим зволоження враховується при організації поверхневого водовідведення, проектуванні дренажних систем і визначенні умов виконання земляних робіт.

Відносна вологість повітря в холодний період року досягає 80-81 %, тоді як у літній період вона знижується до 45-47 %. Коливання вологості та

температури зовнішнього повітря впливають на умови експлуатації зовнішніх огорожувальних конструкцій, а також визначають вимоги до теплоізоляційних матеріалів і захисту конструкцій від конденсації вологи.

Будівельний майданчик розташований у межах міської забудови та характеризується відносно спокійним рельєфом місцевості без значних перепадів висот, що позитивно впливає на організацію будівельного виробництва та спрощує виконання підготовчих і земляних робіт. Територія, відведена під забудову, вільна від існуючих капітальних споруд, що дозволяє ефективно організувати будівельний процес без необхідності проведення масштабних демонтажних заходів.

Інженерна інфраструктура району будівництва представлена розвиненою мережею міських комунікацій. Забезпечення об'єкта електропостачанням, водопостачанням, водовідведенням та теплопостачанням передбачається шляхом підключення до існуючих централізованих міських мереж. Це дозволяє скоротити витрати на прокладання нових інженерних комунікацій та забезпечує надійність подальшої експлуатації будівлі.

Транспортна доступність будівельного майданчика є достатньо високою завдяки наявності розвиненої мережі автомобільних доріг міського значення. Існуючі транспортні магістралі забезпечують безперешкодне постачання будівельних матеріалів, збірних конструкцій, обладнання та необхідних ресурсів протягом усього періоду будівництва. Наявність зручних під'їзних шляхів також сприяє ефективній роботі будівельної техніки та організації логістичних процесів на майданчику.

Природно-кліматичні, інженерно-геологічні та інфраструктурні умови району будівництва є загалом сприятливими для зведення багатопверхового житлового будинку з підземним паркінгом. Сукупність наведених факторів забезпечує можливість ефективної організації будівельного процесу, раціонального використання території та подальшої безпечної експлуатації об'єкта.

1.3 Архітектурно-планувальна організація території та генеральний план забудови

Генеральний план проєктованого житлового комплексу розроблений відповідно до вимог чинних будівельних норм України з урахуванням містобудівної ситуації, природно-кліматичних умов, інженерно-геологічних характеристик території та вимог щодо забезпечення комфортного і безпечного середовища проживання населення.

Ділянка будівництва розташована по вулиці Клочківській у місті Харків та має прямокутну конфігурацію з розмірами 23,24 × 19,34 м. Територія характеризується спокійним рельєфом із природним ухилом близько 1,6 %, що створює сприятливі умови для організації поверхневого водовідведення та виконання вертикального планування без значних обсягів земляних робіт.

Під час формування генерального плану особливу увагу приділено раціональному розміщенню будівель і споруд, організації транспортного та пішохідного руху, дотриманню нормативних протипожежних і санітарно-гігієнічних розривів, а також забезпеченню нормативної інсоляції та природного освітлення житлових приміщень.

До складу мікрорайону входять:

- шестиповерховий монолітний житловий будинок;
- дитячий дошкільний заклад;
- житлові будинки середньої поверховості;
- спортивний майданчик;
- торговельні об'єкти;
- багатоповерхові панельні житлові будинки.

Таке функціональне зонування забезпечує формування повноцінного житлового середовища з необхідною соціально-побутовою інфраструктурою.

1.3.1 Містобудівне та географічне положення району будівництва

Місто Харків розташоване у північно-східній частині України на території лісостепової природно-кліматичної зони. Місцевість знаходиться на схилах

Середньоруської височини та характеризується переважно рівнинним рельєфом із незначними перепадами висот.

Територія міста формується басейнами річок Харків, Лопань та Немишля, які впливають на гідрогеологічні умови району забудови. Для міста характерні сприятливі умови для житлового будівництва, розвинена транспортна система та значна щільність міської забудови.

Розташування проєктованого об'єкта у сформованому міському середовищі забезпечує зручний доступ до транспортних магістралей, інженерних мереж та об'єктів соціальної інфраструктури. При цьому враховано існуючу містобудівну структуру району, характер навколишньої забудови та перспективи подальшого розвитку території.

1.3.2 Організація рельєфу та вертикальне планування території

Вертикальне планування території виконано з урахуванням існуючого рельєфу місцевості та необхідності забезпечення нормативного відведення поверхневих атмосферних вод. Загальний ухил території спрямований у бік природного пониження рельєфу, що дозволяє організувати відкриту систему поверхневого водовідведення.

Проєктні горизонталі розташовані з урахуванням конфігурації будівельного майданчика та забезпечують безпечний рух транспорту і пішоходів. Відмітки поверхні території знаходяться в межах від 104,5 до 106,5 м у Балтійській системі висот.

Форма рельєфу характеризується плавними переходами без різких перепадів висот, що позитивно впливає на умови виконання будівельних робіт. Поперечні ухили проїздів передбачені односкатними, що відповідає нормативним вимогам до організації внутрішньомайданчикowego транспорту.

Проєктні відмітки будівлі, тротуарів та дорожнього покриття прийняті з максимальним збереженням природного рельєфу території, що дозволяє мінімізувати обсяги зрізання та підсипання ґрунту.

Інженерно-геологічні умови майданчика характеризуються I типом просадності ґрунтів та II категорією складності умов будівництва. Ґрунти

основи не проявляють агресивного впливу щодо бетонних та залізобетонних конструкцій, що дозволяє застосовувати традиційні конструктивні рішення фундаментів без необхідності додаткового хімічного захисту.

1.3.3 Розміщення інженерних комунікацій

Проектом передбачено комплексне інженерне забезпечення житлового будинку шляхом підключення до існуючих міських мереж. Підземним способом прокладаються мережі:

- господарсько-питного водопостачання;
- побутової каналізації;
- дощової каналізації;
- теплопостачання;
- електропостачання;
- мереж зв'язку.

Прокладання підземних комунікацій здійснюється у траншеях із дотриманням нормативних відстаней між мережами та будівлями. Зовнішні мережі освітлення розташовуються на опорах вздовж внутрішньоквартальних проїздів та пішохідних зон.

Схема розташування інженерних мереж розроблена з урахуванням можливості подальшого технічного обслуговування, ремонту та безпечної експлуатації комунікацій.

1.3.4 Благоустрій території та ландшафтне озеленення

Проект благоустрою території спрямований на створення комфортного та естетично привабливого житлового середовища. Територія житлового комплексу передбачає поєднання транспортних, пішохідних та рекреаційних зон із елементами озеленення.

Для внутрішніх проїздів передбачено асфальтобетонне покриття шириною 4 м, що забезпечує рух легкового транспорту та спеціальної техніки. Пішохідні доріжки шириною 2 м запроектовані з твердим покриттям і забезпечують зручне пересування мешканців територією житлового комплексу.

Озеленення території виконується шляхом:

- влаштування газонів;
- висадження листяних та хвойних дерев;
- озеленення декоративними чагарниками;
- облаштування квітників та вазонів;
- створення зон короткочасного відпочинку.

Перед головним входом до будівлі передбачено декоративне ландшафтне оформлення з використанням хвойних насаджень та квіткових композицій. Уздовж пішохідних алей висаджуються дерева рядового типу та багаторічні декоративні кущі, що формують сприятливий мікроклімат і покращують архітектурно-просторове сприйняття території.

Для забезпечення доступності об'єкта враховано вимоги інклюзивності та безбар'єрного середовища, зокрема організацію плавних пішохідних підходів і безпечних зон пересування.

1.3.5 Техніко-економічні показники генерального плану

Основні техніко-економічні показники генерального плану визначають ефективність використання території забудови та характеризують рівень благоустрою ділянки.

Таблиця 1.3.5.1- ТЕП генплану

№ п/п	Найменування показників	Одиниці виміру	Кількість
1	Площа ділянки в межах відводу (П _д)	Га	0,65
2	Площа забудови (П _з)	Га	0,045
3	Площа під дорогами і проїздами	Га	0,13
4	Площа плиткового вимощення (П _{пл})	Га	0,08
5	Площа асфальтового покриття тротуарів, пішохідні доріжки (П _{асф})	Га	0,1
6	Площа під озелененням під деревами, чагарниками, газонами (П _{оз})	Га	0,295
7	Коефіцієнт забудови $K_3 = (P_z : P_d) \times 100\%$	%	6,9
8	Коефіцієнт використання ділянки $K_v = (P_z + P_{пл} + P_{асф} + P_{оз}) : P_d \times 100\%$	%	64

1.4 Архітектурно-планувальна структура та функціональна організація будівлі

Архітектурно-планувальні рішення багатоквартирного житлового будинку розроблені відповідно до чинних нормативних вимог України у сфері житлового будівництва, пожежної безпеки, інклюзивності та енергоефективності. При проєктуванні враховано положення ДБН В.2.2-15:2019 «Житлові будинки. Основні положення», а також сучасні вимоги до функціональної організації житлового простору та забезпечення комфортних умов проживання населення.

Проєктом передбачено будівництво шестиповерхового житлового будинку з вбудовано-прибудованими приміщеннями громадського призначення та підземним паркінгом. На першому поверсі передбачено розміщення ветеринарного кабінету та торговельних приміщень, що забезпечує додаткову функціональну наповненість об'єкта та підвищує рівень побутового обслуговування мешканців району.

Об'ємно-планувальна структура будівлі сформована з урахуванням принципів раціонального зонування, ефективного використання внутрішнього простору та забезпечення нормативних санітарно-гігієнічних умов. Планувальна схема будинку забезпечує чітке функціональне розділення житлової, громадської та технічної зон.

Будівля має прямокутну конфігурацію в плані з габаритними розмірами: 19.34м x 23.24м.

Конструктивна та планувальна схема будинку дозволяє забезпечити оптимальне розташування квартир відносно сторін світу, природного освітлення та інсоляції приміщень.

Житлова частина будівлі включає квартири різної площі та кімнатності, що забезпечує можливість комфортного проживання сімей різного складу. Планування квартир виконано з урахуванням сучасних вимог до ергономіки житлового простору, функціонального взаємозв'язку приміщень та нормативних показників площі.

До складу квартир входять:

- житлові кімнати;
- кухні;
- санітарно-гігієнічні приміщення;
- коридори;
- лоджії або балкони;
- господарські комори та вбудовані шафи.

Планувальні рішення забезпечують можливість подальшого перепланування внутрішнього простору квартир без втручання у несучі конструкції будівлі. Такий підхід підвищує гнучкість експлуатації житла та дозволяє адаптувати приміщення до індивідуальних потреб мешканців.

Кожен поверх житлової частини обладнаний:

- сходово-ліфтовим вузлом;
- двома пасажирськими ліфтами;
- евакуаційною сходовою кліткою;
- загальними комунікаційними коридорами.

Наявність двох ліфтів забезпечує зручність вертикального сполучення між поверхами та підвищує комфорт експлуатації будівлі. Сходовою кліткою передбачена як основний евакуаційний шлях та відповідає вимогам пожежної безпеки.

Підземний рівень будівлі використовується для розміщення автомобільного паркінгу на 10 машиномісць, а також технічних і інженерних приміщень. Таке рішення дозволяє раціонально використовувати територію забудови та зменшити кількість відкритих автостоянок на прибудинковій території.

У підземній частині передбачено розташування:

- інженерних мереж;
- технічних приміщень;
- вентиляційного обладнання;
- систем водопостачання та водовідведення;

- електротехнічних комунікацій.

Горищний простір запроєктований теплим, що сприяє покращенню енергоефективності будівлі та зниженню тепловтрат через покриття. Вихід на покрівлю передбачено через сходову клітку, що забезпечує можливість технічного обслуговування покрівлі та ліфтового обладнання.

Архітектурно-планувальні рішення будівлі забезпечують:

- нормативний рівень інсоляції та природного освітлення;
- функціональну зручність квартир;
- безпечну евакуацію людей;
- доступність інженерних комунікацій;
- комфортне вертикальне сполучення;
- ефективне використання площі забудови.

Прийняті об'ємно-планувальні рішення відповідають сучасним вимогам житлового будівництва та створюють комфортне, функціональне і безпечне середовище для проживання мешканців.

Таблиця 1.4.1 - ТЕП об'ємно-планувальних рішень

п/п	Л№	Найменування показників	Одиниці виміру	Кількість
1		Площа забудови (Π_3)	м ²	449,46
2		Загальна корисна площа ($\Pi_{кор.зар}$)	м ²	2656
3		Розрахункова площа ($\Pi_{роз}$)	м ²	1732,55
4		Об'єм будівлі ($O_{буд}$)	м ³	25 246
5		К1 - планувальний коефіцієнт $K_1 = \Pi_{роз} / \Pi_{кор.зар}$	м	0,65
6		К2 - об'ємний коефіцієнт $K_2 = O_{буд} / \Pi_{роз}$	м	4,57

1.5 Конструктивна схема будівлі та характеристика основних архітектурно-будівельних рішень

Конструктивні та архітектурно-будівельні рішення проєктованого житлового будинку прийняті з урахуванням вимог міцності, просторової жорсткості, довговічності, пожежної безпеки, енергоефективності та експлуатаційної надійності будівлі. Під час розроблення конструктивної схеми враховано сучасні тенденції багатоповерхового житлового будівництва, а також особливості інженерно-геологічних умов району будівництва у місті Харків.

Основою конструктивної системи будівлі є монолітний залізобетонний каркас, який забезпечує високу просторову жорсткість, стійкість та ефективний розподіл навантажень між вертикальними та горизонтальними несучими елементами. Просторова незмінність конструкції досягається спільною роботою монолітних колон, перекриттів, ліфтових шахт і внутрішніх стін жорсткості.

Функцію основних елементів жорсткості виконують:

- монолітні залізобетонні шахти ліфтів;
- внутрішні стіни сходово-ліфтового вузла;
- монолітні диски міжповерхових перекриттів;
- поперечні монолітні стіни коридорів.

Сумісна робота зазначених конструктивних елементів забезпечує сприйняття вертикальних та горизонтальних навантажень, у тому числі вітрових впливів і нерівномірних осідань основи.

Фундаментна система будівлі запроектована пальового типу з використанням буронабивних залізобетонних паль. Застосування пальових фундаментів обумовлене інженерно-геологічними умовами майданчика та необхідністю передавання навантаження на більш щільні шари ґрунту.

Палі об'єднуються монолітним залізобетонним ростверком товщиною:
 $h=300\text{мм}$.

Під окремо розташованими колонами передбачено влаштування кущових паль довжиною: $l=11\text{ м}$

Таке конструктивне рішення забезпечує рівномірний розподіл навантаження на основу та зменшує ризик нерівномірних деформацій фундаментів у процесі експлуатації будівлі.

Основними вертикальними несучими елементами є монолітні залізобетонні колони квадратного перерізу: $400\times 400\text{ мм}$.

Колони працюють спільно з монолітними міжповерховими перекриттями та внутрішніми стінами жорсткості, формуючи єдину просторову систему каркаса.

Міжповерхові перекриття виконані у вигляді монолітних залізобетонних плит товщиною: $h=200\text{ мм}$.

Армування плит здійснюється сталевією арматурою класу А400С із використанням зварних арматурних сіток із кроком: $150\times 50\text{ мм}$.

Монолітні перекриття забезпечують високу просторову жорсткість будівлі, рівномірний розподіл навантажень та покращені показники звукоізоляції між поверхами.

Стіни підземного паркінгу передбачено з монолітного залізобетону товщиною 200 мм . Для захисту конструкцій від дії ґрунтової вологи зовнішні поверхні стін покриваються двошаровою бітумною гідроізоляцією гарячого нанесення.

Зовнішні стіни житлової частини утеплюються мінераловатними плитами товщиною 100 мм із подальшим улаштуванням захисного декоративного фасадного шару. Таке рішення забезпечує відповідність будівлі сучасним вимогам енергоефективності та знижує тепловтрати через огорожувальні конструкції.

Міжквартирні стіни передбачені у двох конструктивних варіантах:

- монолітний залізобетон товщиною 200 мм ;
- піносілікатні блоки товщиною 200 мм .

Внутрішньоквартирні перегородки виконуються:

- із цегли;
- із газосилікатних блоків товщиною 100 мм.

Такі конструкції забезпечують необхідні показники звукоізоляції, пожежної безпеки та експлуатаційної надійності.

Сходово-ліфтовий вузол запроєктований у вигляді збірно-монолітної конструктивної системи. Сходові площадки виконуються з монолітного залізобетону товщиною 200 мм, а сходові марші прийняті збірними залізобетонними за серією 1.151-6.

Сходові марші обладнані металевими огороженнями з поручнями висотою: $h=1.2$ м.

Такі параметри відповідають вимогам безпечної експлуатації та евакуації людей із будівлі.

Віконні конструкції виконані із металопластикових профільних систем із енергозберігальними склопакетами. Використання сучасних віконних систем забезпечує:

- нормативний рівень природного освітлення;
- теплоізоляцію;
- звукоізоляцію;
- герметичність приміщень.

Передбачено використання віконних блоків різних типорозмірів залежно від функціонального призначення приміщень.

Дверні блоки прийняті відповідно до вимог чинних стандартів для житлових та громадських будівель. Вхідні двері забезпечують нормативні показники міцності та пожежної безпеки, а внутрішні двері відповідають вимогам ергономіки та експлуатаційної зручності.

Конструкції підлог розроблені відповідно до функціонального призначення приміщень та умов їх експлуатації. Основою підлог є монолітна залізобетонна плита перекриття.

У житлових приміщеннях передбачені покриття з матеріалів, що відповідають санітарно-гігієнічним та експлуатаційним вимогам. У

санітарних вузлах і технічних приміщеннях використовуються вологостійкі покриття з керамічної плитки.

Покрівля будівлі запроєктована плоскою суміщеного типу з організованим внутрішнім водовідведенням. Основу покриття становить монолітна залізобетонна плита, поверх якої влаштовуються:

- пароізоляційний шар;
- теплоізоляція з керамзиту;
- вирівнювальна стяжка;
- рулонний гідроізоляційний килим.

Гідроізоляційний шар виконується з матеріалу типу «Акваізол» зі сланцевою посипкою. Парапети покриваються оцинкованою сталлю для захисту конструкцій від атмосферного впливу.

Внутрішнє оздоблення житлових приміщень виконується відповідно до санітарно-гігієнічних та естетичних вимог. У квартирах передбачено:

- оздоблення стін шпалерами;
- облицювання санвузлів керамічною плиткою;
- виконання штукатурних і малярних робіт.

Сходові клітки та місця загального користування оздоблюються матеріалами з підвищеною зносостійкістю.

Зовнішнє оздоблення фасадів передбачає використання декоративної фасадної штукатурки з атмосферостійким фарбуванням. Цокольна частина будівлі облицюється керамогранітом, що підвищує довговічність та стійкість конструкцій до механічних впливів.

Навколо будівлі передбачено влаштування асфальтобетонного покриття з ухилом для організованого відведення поверхневих вод. Основа дорожнього покриття виконується зі щибенового шару товщиною 150 мм.

Прийняті архітектурно-конструктивні рішення забезпечують надійність, довговічність, енергоефективність та комфортну експлуатацію житлового будинку відповідно до сучасних вимог будівельної галузі.

1.6 Теплотехнічне обґрунтування зовнішньої огорожувальної конструкції будівлі

Теплотехнічний розрахунок зовнішніх огорожувальних конструкцій виконується з метою визначення їхньої відповідності сучасним вимогам енергоефективності, забезпечення нормативного рівня теплозахисту будівлі та створення комфортних умов проживання у приміщеннях протягом усього року.

Правильно підібрана конструкція зовнішньої стіни дозволяє суттєво знизити тепловтрати через огорожувальні конструкції, зменшити витрати енергії на опалення та підвищити загальну енергетичну ефективність житлової будівлі.

Розрахунок виконано відповідно до вимог ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель» та ДСТУ 9191:2022, які регламентують мінімально допустимі показники опору теплопередачі зовнішніх конструкцій залежно від кліматичної зони будівництва.

Проектований житловий будинок розташований у місті Харків, яке належить до I температурної зони України. Для житлових будівель у даній кліматичній зоні нормативне значення мінімально допустимого опору теплопередачі зовнішніх стін становить: $R_{q \min} = 4,5 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$

Конструкція зовнішньої стіни прийнята багатошаровою та включає такі елементи:

- Цементно-піщана штукатурка: $\delta_1 = 0,02 \text{ м}$; $\lambda_1 = 0,76 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$
- Теплоізоляційний шар з мінераловатних плит: $\delta_2 = 0,15 \text{ м}$; $\lambda_2 = 0,043 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$
- Піносілікатний блок: $\delta_3 = 0,38 \text{ м}$; $\lambda_3 = 0,70 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$
- Вапняно-піщана штукатурка: $\delta_4 = 0,02 \text{ м}$; $\lambda_4 = 0,70 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$

Коефіцієнти тепловіддачі внутрішньої та зовнішньої поверхонь приймаються відповідно до нормативних вимог:

$$\alpha_{\text{в}} = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}) \quad \alpha_{\text{з}} = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

Термічний опір окремого шару конструкції визначається за формулою:

$$R_i = \delta_i / \lambda_i$$

де: δ_i — товщина шару конструкції, м; λ_i — коефіцієнт теплопровідності матеріалу, Вт/(м·К).

Термічний опір цементно-піщаної штукатурки:

$$R_1 = 0,02 / 0,76 = 0,026 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$$

Термічний опір мінераловатного утеплювача:

$$R_2 = 0,15 / 0,043 = 3,49 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$$

Термічний опір піносілікатного блоку:

$$R_3 = 0,38 / 0,70 = 0,543 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$$

Термічний опір внутрішнього штукатурного шару:

$$R_4 = 0,02 / 0,70 = 0,029 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$$

Опір теплопередачі внутрішньої поверхні:

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

Опір теплопередачі зовнішньої поверхні:

$$R_3 = 1 / \alpha_3 = 1 / 23 = 0,043 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$$

Загальний опір теплопередачі зовнішньої огорожувальної конструкції визначається за формулою:

$$R_{\Sigma} = R_B + R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_3$$

Підставляємо числові значення:

$$R_{\Sigma} = 0,115 + 0,026 + 3,49 + 0,543 + 0,029 + 0,043 = 4,246 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$$

Для підвищення точності розрахунку та врахування теплотехнічної однорідності конструкції вводиться коефіцієнт теплотехнічної однорідності:

$$r = 0,92$$

Тоді приведений опір теплопередачі конструкції становитиме:

$$R_q = R_{\Sigma} \times r$$

$$R_q = 4,246 \times 0,92 = 3,91 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$$

Оскільки отримане значення є нижчим за нормативне:

$$3,91 < 4,5 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$$

необхідно виконати коригування товщини теплоізоляційного шару.

Приймаємо товщину утеплювача: $\delta_2 = 0,18 \text{ м}$

Повторний розрахунок термічного опору теплоізоляційного шару:

$$R_2 = 0,18 / 0,043 = 4,19 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$$

Тоді сумарний опір теплопередачі:

$$R_{\Sigma} = 0,115 + 0,026 + 4,19 + 0,543 + 0,029 + 0,043 = 4,946 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$$

Приведений опір теплопередачі:

$$R_q = 4,946 \times 0,92 = 4,55 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$$

Отримане значення перевищує нормативний показник:

$$4,55 > 4,5 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$$

Прийнята конструкція зовнішньої стіни із теплоізоляційним шаром мінераловатних плит товщиною 180 мм відповідає вимогам чинних нормативних документів щодо енергоефективності та теплозахисту житлових будівель.

Прийняте конструктивне рішення забезпечує:

- зниження тепловтрат через зовнішні стіни;
- економію енергетичних ресурсів під час експлуатації будівлі;
- підтримання комфортного температурного режиму у приміщеннях;
- запобігання утворенню конденсату на внутрішній поверхні стін;
- підвищення довговічності огорожувальних конструкцій.

Результати теплотехнічного розрахунку підтверджують ефективність прийнятого конструктивного рішення та його відповідність сучасним вимогам енергоефективного житлового будівництва.

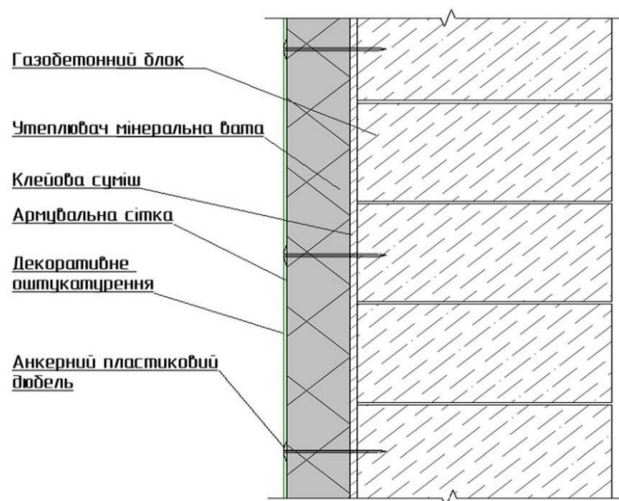


Рисунок 1.6.1 – Схема зовнішньої конструкції

РОЗДІЛ II

РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА

2.1 Розрахунок та проєктування підземної частини житлового шести поверхового будинку

2.1.1 Вихідні передумови та інженерно-геологічні умови проєктування підземної частини будівлі

Проєктування підземної частини багатоквартирного житлового будинку виконується відповідно до чинних нормативних вимог щодо забезпечення надійності, міцності та довговічності будівельних конструкцій. Розрахунково-конструктивні рішення приймаються з урахуванням архітектурно-планувальної схеми об'єкта, інженерно-геологічних характеристик майданчика, гідрогеологічних умов та особливостей навколишньої забудови.

Об'єкт проєктування являє собою шестиповерховий житловий будинок із підземним паркінгом, який планується до будівництва у місті Харків. Будівля розташовується у сформованій міській забудові центральної частини міста, що потребує врахування щільності навколишньої забудови, існуючих інженерних мереж та умов виконання будівельно-монтажних робіт в обмежених умовах.

Майданчик будівництва характеризується відносно спокійним рельєфом із незначним природним ухилом у південно-західному напрямку. Такі умови є сприятливими для організації вертикального планування території та забезпечення поверхневого водовідведення без значних обсягів земляних робіт.

Підземна частина будівлі запроєктована з урахуванням:

- конструктивної схеми монолітного каркасного будинку;
- наявності підземного паркінгу;
- навантажень від надземної частини споруди;
- інженерно-геологічних характеристик ґрунтової основи;

- рівня ґрунтових вод;
- вимог до просторової жорсткості та стійкості будівлі.

Інженерно-геологічні умови будівельного майданчика були визначені на основі матеріалів інженерно-геологічних вишукувань. У процесі досліджень виконано буріння свердловин, відбір зразків ґрунту та лабораторні випробування фізико-механічних характеристик основи.

За результатами проведених досліджень встановлено, що територія будівництва не характеризується розвитком небезпечних фізико-геологічних процесів, таких як:

- зсуви;
- карстові явища;
- підтоплення;
- просідання поверхні;
- ерозійні процеси.

Інженерно-геологічні умови майданчика відносяться до II категорії складності, що є типовим для умов міської забудови та дозволяє застосовувати традиційні конструктивні рішення фундаментів після виконання відповідних розрахунків основ і фундаментів.

Ґрунтова основа будівельного майданчика представлена шарами суглинків, супісків та піщаних ґрунтів із достатніми показниками несучої здатності. Розрахункові характеристики ґрунтів приймаються відповідно до результатів лабораторних досліджень і використовуються при визначенні несучої здатності пальових фундаментів та розрахунку осідань будівлі.

Рівень ґрунтових вод у межах досліджуваної території не створює значного негативного впливу на несучі конструкції підземної частини будівлі. Проте для забезпечення довговічності конструкцій передбачено виконання комплексної гідроізоляції підземних елементів споруди.

- Під час проектування підземної частини враховано такі основні навантаження:
- постійні навантаження від власної ваги конструкцій;

- тимчасові експлуатаційні навантаження;
- навантаження від транспортних засобів у підземному паркінгу;
- навантаження від ґрунтового тиску;
- кліматичні навантаження;
- можливі нерівномірні деформації основи.

Конструктивна схема підземної частини передбачає використання монолітних залізобетонних елементів, які забезпечують високу просторову жорсткість, водонепроникність та довговічність споруди.

Таблиця 2.1.1.1 – Інженерно-геологічні умови

Шар	Ґрунт	Свердловина та потужність шару,			
		м			
		1	2	3	4
1	Насипний ґрунт	1,10	2,7	2,1	1,3
2	Ґрунтово-рослинний шар	0,6	0,4	0,4	0,7
3	Глина темно-бура	3,8	2,1	2,7	3,7
4	Пісок середній пиловатий	5,7	3,2	3,8	5,4
5	Пісок жовтий крупний	3,8	6,6	6,0	3,7

Таблиця 2.1.1.2 – Властивості ґрунтів майданчику

Найменування	Умовне позначення	Одиниця виміру	Шар				
			1	2	3	4	5
Щільність	ρ	т/м ³	1,40	1,7	2,05	1,95	2,00
Щільність часток	ρ_s	т/м ³			2,70	2,70	2,65
Природна вологість	W				0,25	0,29	0,25
Вологість на межі плинності	W _L				0,44		
Вологість на межі розкочування	W _P				0,18		
Кут внутрішнього тертя	φ	град			31	30	38
Питоме зчеплення	C	кПа			25	1	
Модуль деформації	E	МПа			21	45	50

2.1.2 Дослідження інженерно-геологічної будови майданчика

За результатами інженерно-геологічних вишукувань у межах будівельного майданчика виділено декілька характерних інженерно-геологічних елементів.

Перший шар представлений насипним ґрунтом із включеннями будівельного сміття, супіску та рослинного шару. Потужність шару становить 1,1–2,7 м.

Другий шар представлений рослинним ґрунтом потужністю 0,4–0,6 м.

Третій шар представлений темно-бурою глиною потужністю 2,1–3,8 м. Для визначення фізико-механічних характеристик ґрунту виконуються відповідні розрахунки.

Число пластичності:

$$I_p = W_L - W_P = 0,44 - 0,18 = 0,26$$

Показник текучості:

$$I_L = (W - W_P)/(W_L - W_P) = (0,23 - 0,18)/(0,44 - 0,18) = 0,22$$

Коефіцієнт пористості:

$$e = (\rho_s \times (1 + W))/\rho - 1$$

$$e = (2,75 \times (1 + 0,25))/2,05 - 1 = 0,67$$

Щільність сухого ґрунту:

$$\rho_d = \rho/(1 + W)$$

$$\rho_d = 2,05/(1 + 0,25) = 1,64 \text{ т/м}^3$$

Отримані результати свідчать про недостатню несучу здатність третього шару для використання його як природної основи фундаменту.

Четвертий шар представлений сірим пілуватим піском потужністю 3,2–5,7 м.

Коефіцієнт пористості:

$$e = (2,70 \times (1 + 0,29))/1,95 - 1 = 0,78$$

Щільність сухого ґрунту:

$$\rho_d = 1,95/(1 + 0,29) = 1,51 \text{ т/м}^3$$

$$\text{Ступінь вологості: } S_r = (W \times \rho_s)/e = (0,29 \times 2,7)/0,78 = 1,0$$

П'ятий шар представлений жовтим крупним піском середньої щільності потужністю 3,8–5,6 м.

Коефіцієнт пористості:

$$e = (2,65 \times (1 + 0,25))/2,00 - 1 = 0,65$$

$$\text{Щільність сухого ґрунту: } \rho_d = 2,00/(1 + 0,25) = 1,60 \text{ т/м}^3$$

Ступінь вологості:

$$S_r = (0,25 \times 2,65)/0,65 = 0,8$$

Даний шар характеризується достатньою щільністю та може використовуватись як надійна основа для передачі навантаження від пальового фундаменту.

2.1.3 Оцінка просадних властивостей ґрунтів

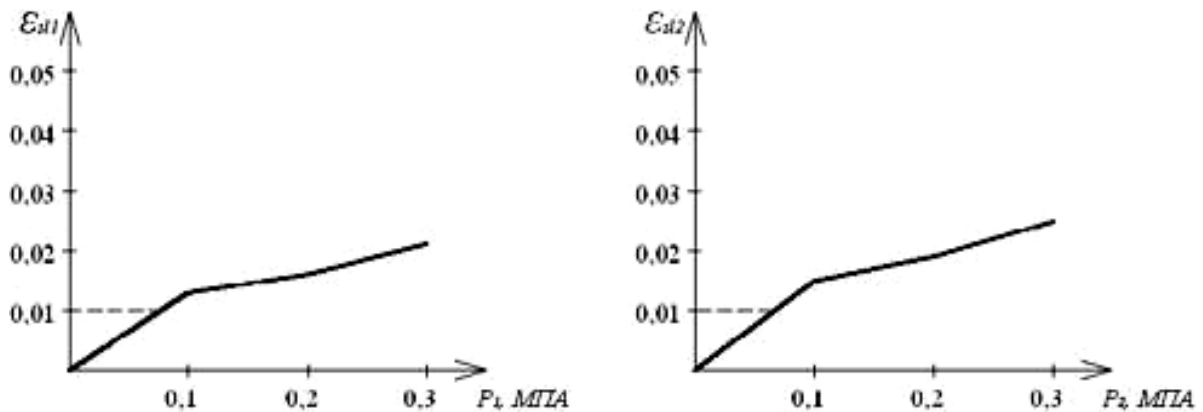


Рисунок 2.1.3.1 - Графік залежності просадки від навантаження

Для визначення типу ґрунтових умов за просадністю виконується розрахунок просідання ґрунтової основи при водонасиченні.

Повна вологоємність третього шару:

$$W_{sat1} = (e \times \rho_w)/\rho_s = (0,67 \times 1)/2,75 = 0,244$$

Повна вологоємність четвертого шару:

$$W_{sat2} = (0,78 \times 1)/2,70 = 0,289$$

Питома вага водонасиченого ґрунту третього шару:

$$\gamma_w1 = \gamma_d \times (1 + W_{sat1})$$

$$\gamma_w1 = 16,4 \times (1 + 0,244) = 20,4 \text{ кН/м}^3$$

Питома вага водонасиченого ґрунту четвертого шару:

$$\gamma_{w2} = 15,1 \times (1 + 0,289) = 19,47 \text{ кН/м}^3$$

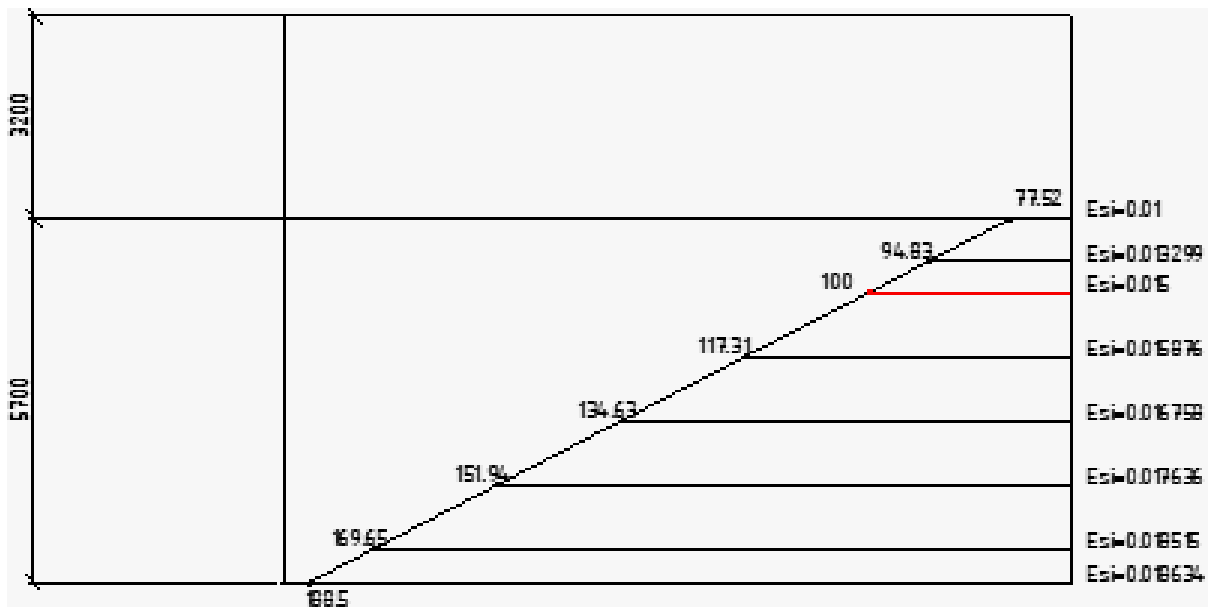


Рис. 2.1.3.2 - Розрахунок ґрунтів за просіданням

Тиск на межі третього та четвертого шару:

$$\sigma_{sat1} = \gamma_{w1} \times h_1$$

$$\sigma_{sat1} = 20,4 \times 3,8 = 77,52 \text{ кПа}$$

Тиск на межі четвертого та п'ятого шару:

$$\sigma_{sat2} = 77,52 + 19,47 \times 5,7 = 188,5 \text{ кПа}$$

Сумарне просідання визначається за формулою:

$$S_{sl} = \sum \epsilon_{sli} \times h_i \times k_{sli}$$

$$S_{sl} = 8,32 \text{ см}$$

Оскільки: $S_{sl} > 5 \text{ см}$

ґрунтові умови відносяться до II типу за просадністю.

2.1.4 Розрахунок буронабивного пальового фундаменту

З урахуванням інженерно-геологічних умов будівельного майданчика та наявності існуючої забудови найбільш доцільним є використання буронабивних залізобетонних паль.

Приймаємо палі діаметром:

$$d = 600 \text{ мм}$$

Довжина палі:

$$l = 11 \text{ м}$$

Несуча здатність палі визначається за формулою:

$$F_d = \gamma_c \times (\gamma_{cr} \times R \times A + U \times \sum \gamma_{cf} \times f_i \times h_i)$$

де:

$\gamma_c = 0,8$ — коефіцієнт умов роботи;

$R = 2800$ кПа — розрахунковий опір ґрунту під нижнім кінцем палі;

A — площа опирання палі;

U — периметр палі;

f_i — розрахунковий опір ґрунту по боковій поверхні.

Площа опирання палі:

$$A = \pi d^2 / 4$$

$$A = 3,14 \times 0,6^2 / 4 = 0,283 \text{ м}^2$$

Периметр палі:

$$U = \pi d = 3,14 \times 0,6 = 1,884 \text{ м}$$

Після підстановки числових значень отримуємо:

$$F_d = 1147,44 \text{ кН}$$

Розрахункове навантаження на палю:

$$F = F_d / \gamma_k$$

$$F = 1147,44 / 1,4 = 819,6 \text{ кН}$$

Отримані результати свідчать про достатню несучу здатність буронабивної палі для сприйняття навантажень від надземної частини будівлі.

2.1.5 Проектування пального куща

Необхідна кількість паль визначається за формулою:

$$n = (N + G_p) / F$$

де:

N — навантаження від будівлі;

G_p — вага ростверку;

F — розрахункове навантаження на одну палю.

$$n = (3162 + 1 \times 6,3 \times 6,3 \times 2,5) / 819,6 = 3,97$$

Приймаємо:

$$n = 4 \text{ палі}$$

Прийнята схема розташування палей забезпечує рівномірний розподіл навантажень та необхідну просторову жорсткість фундаментної системи.

2.1.6 Перевірка фундаменту за деформаціями

Для визначення розмірів умовного фундаменту використовується середнє значення кута внутрішнього тертя ґрунту:

$$\varphi_{II} = 32,57^\circ$$

Горизонтальний виступ:

$$h \times \operatorname{tg}\varphi_{II} = 11 \times \operatorname{tg}32,57^\circ = 1,72 \text{ м}$$

Розміри фундаменту:

$$B = 2,4 + 2 \times 1,72 = 5,84 \text{ м}$$

$$L = 2,4 + 2 \times 1,72 = 5,84 \text{ м}$$

Середня вага палі:

$$G_{св} = (3,14 \times 0,6^2/4) \times 11 \times 2,5 = 7,77 \text{ кН}$$

Вага ґрунту над фундаментом:

$$G_{гр} = 7285,98 \text{ кН}$$

Отримані результати підтверджують, що прогнозовані деформації фундаменту не перевищують нормативно допустимих значень.

2.1.7 Армування монолітного ростверку

Максимальний згинальний момент у перерізі визначається за формулою:

$$M = 3 \times N \times l$$

$$M = 3 \times 819,6 \times 0,7 = 1720,95 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

Необхідна площа робочої арматури:

$$A_s = M/(0,9 \times h_0 \times R_s)$$

$$A_s = 1720,95/(0,9 \times 0,95 \times 375000) = 0,005367 \text{ м}^2 = 53,67 \text{ см}^2$$

Необхідна кількість стержнів: $n = (l - 100)/S$

$$n = (2400 - 100)/200 = 13 \text{ шт.}$$

Приймаємо 11 стержнів діаметром 25 мм класу А400С.

Прийняте армування забезпечує необхідну міцність і тріщиностійкість монолітного ростверку.

У розділі виконано аналіз інженерно-геологічних умов будівельного майданчика, визначено фізико-механічні характеристики ґрунтів та обґрунтовано вибір конструктивного рішення фундаментної системи.

На основі результатів розрахунків встановлено, що найбільш ефективним рішенням для даного об'єкта є використання буронабивних залізобетонних паль у поєднанні з монолітним ростверком.

Розрахунок несучої здатності паль показав, що прийняті параметри фундаменту забезпечують нормативну міцність, стійкість та допустимі деформації основи. Виконане армування ростверку гарантує надійну роботу конструкції в умовах дії розрахункових навантажень.

Прийнята конструктивна схема фундаменту відповідає вимогам чинних нормативних документів України та забезпечує довговічну й безпечну експлуатацію житлового будинку.

2.2 Розрахунок та проєктування надземної частини житлового шести поверхового будинку

2.2.1 Вихідні параметри та конструктивна схема сходового маршу

Проєктування сходового маршу виконується відповідно до вимог ДБН В.2.6-98:2009, ДБН В.1.2-2:2006 та чинних норм проєктування залізобетонних конструкцій. Основною метою розрахунку є визначення несучої здатності елементів сходового маршу, перевірка його міцності, жорсткості та тріщиностійкості під дією постійних і тимчасових навантажень.

У проєкті прийнято збірний залізобетонний сходовий марш типу СМ 58-14-17, який використовується у багатоповерхових житлових будівлях із висотою поверху 3,3 м. Конструкція сходового маршу працює як однопролітна похила балка, шарнірно оперта на сходові площадки.

Для виготовлення сходового маршу прийнято такі матеріали:

- бетон класу С12/15;

- робоча арматура класу А400С;
- конструктивна арматура класу А240;
- зварні сітки з арматурного дроту класу В500.

Розрахункові характеристики матеріалів приймаються відповідно до чинних нормативних документів.

Для бетону класу С12/15:

- розрахунковий опір бетону при стиску: $R_b=8.5$ Мпа
- коефіцієнт умов роботи бетону: $\gamma_{bt}=0.9$
- розрахунковий опір бетону при розтягу: $R_{bt}=0.75$ Мпа

Для арматури класу А400С:

- для стержнів діаметром до 10 мм: $R_s=365$ Мпа
- для стержнів діаметром 6-8 мм: $R_s=355$ Мпа

Для арматури класу А240:

$R_s=255$ Мпа

$R_{sw}=175$ Мпа

Для дротяної арматури класу В500 діаметром 3 мм:

$R_s=375$ Мпа

$R_{sw}=270$ Мпа

Геометричні характеристики сходового маршу:

тип маршу: СМ 58-14-17;

- довжина маршу: 5,77 м;
- ширина маршу: 1,35 м;
- висота поверху: 3,3 м.

Маса збірного сходового маршу: $G=2290$ кг

Маса металевого огороження: $G_{ogr}=60$ кг

При розрахунку сходового маршу враховуються:

- власна вага конструкції;
- вага огорожень;
- навантаження від накладних залізобетонних елементів;
- нормативне корисне навантаження на сходи житлових будівель.

Розрахункова схема сходового маршу приймається у вигляді однопролітної балки зі шарнірним спиранням по кінцях, навантаженої рівномірно розподіленим навантаженням по всій довжині прольоту.

2.2.2 Визначення розрахункового прольоту сходового маршу

Розрахунковий проліт сходового маршу визначається як відстань між осями опирання конструкції за вирахуванням довжини опорних ділянок.

Розрахунковий проліт визначається за формулою: $l=l_0-2a$

де:

l_0 — конструктивна довжина маршу;

a — довжина опирання маршу.

Підставляємо значення:

$$l=5770-2\times 80=5690 \text{ мм}$$

Отже, розрахунковий проліт сходового маршу становить: $l=5.69 \text{ м}$.

2.2.3 Визначення навантажень на 1 погонний метр горизонтальної проєкції сходового маршу

Для визначення внутрішніх зусиль у конструкції сходового маршу виконується збір навантажень, що діють на 1 погонний метр горизонтальної проєкції конструкції.

До постійних навантажень відносяться:

- власна вага сходового маршу;
- маса накладних залізобетонних елементів;
- вага огороження.

До тимчасових навантажень належить:

- нормативне корисне навантаження від людей.

Розрахунок навантажень наведено у таблиці 2.2.4.1.

Сумарне нормативне навантаження:

$$q_n=4.03+1.68+0.18+3.45=9.34 \text{ кН/м}$$

Сумарне розрахункове навантаження:

$$q=4.40+1.85+0.19+4.14=10.58 \text{ кН/м}$$

Приймаємо, що зазначене навантаження рівномірно розподілене по всій довжині сходового маршу.

Таблиця 2.2.4.1 – Навантаження сходового маршу

№	Найменування навантаження	Нормативне навантаження, кН/м	Коефіцієнт надійності	Розрахункове навантаження, кН/м
1	Власна вага маршу	4,03	1,1	4,40
2	Вага накладних залізобетонних елементів	1,68	1,1	1,85
3	Вага огороження	0,18	1,05	0,19
4	Корисне навантаження	3,45	1,2	4,14

2.2.4 Визначення згинальних моментів та поперечних сил у сходовому марші
 Розрахунок внутрішніх зусиль виконується для однопролітної балки, шарнірно опертої по кінцях, під дією рівномірно розподіленого навантаження.

Максимальний згинальний момент у середині прольоту визначається за формулою:

$$M_0 = ql^2/8$$

Підставляємо значення:

$$M_0 = (10.58 \times 5.69^2) / 8 = 40.5 \text{ кН}$$

Згинальний момент у характерному перерізі визначається:

$$M_1 = ql_1(l - l_1) / 8$$

де:

$$l_1 = 1.15 \text{ м}$$

Підставляємо значення:

$$M_1 = 10.58 \times 1.15 \times (5.69 - 1.15) / 8 = 28 \text{ кН}$$

Поперечна сила на опорі:

$$Q_A = ql$$

$$Q_A = 10.58 \times 5.69 = 30 \text{ кН}$$

Поперечна сила у характерному перерізі:

$$Q_{I_1} = Q_A - q l_1$$

$$Q_{I_1} = 30 - 11.29 \times 1.15 = 9 \text{ кН}$$

Оскільки марш розташований під нахилом, визначається приведена поперечна сила:

$$Q_{pr} = Q_{I_1} \cos \alpha$$

При: $\cos \alpha = 0.87$, отримуємо:

$$Q_{pr} = 9 \times 0.87 = 7.8 \text{ кН}$$

Отримані значення згинальних моментів та поперечних сил використовуються для подальшого підбору робочої арматури та перевірки міцності сходового маршу.

2.2.5 Конструктивний розрахунок та армування залізобетонного сходового маршу

Конструктивний розрахунок сходового маршу виконується для перевірки несучої здатності основного перерізу маршу, визначення необхідної площі робочої арматури, перевірки міцності за похилими перерізами, а також для розрахунку плитної частини і ребер площадок. Розрахункова схема приймається відповідно до фактичної роботи сходового маршу як залізобетонного елемента таврового перерізу, що сприймає згинальні моменти та поперечні сили від постійних і тимчасових навантажень.

Для подальших розрахунків використовуються раніше визначені зусилля: максимальний згинальний момент $M_0 = 40,5 \text{ кН}\cdot\text{м}$, момент у характерному перерізі $M_1 = 28,0 \text{ кН}\cdot\text{м}$, поперечна сила на опорі $Q_A = 30,0 \text{ кН}$, приведена поперечна сила у похилому положенні маршу $Q_{pr} = 7,8 \text{ кН}$.

2.2.5.1 Встановлення розрахункового випадку таврового перерізу

Фактичний поперечний переріз сходового маршу має форму тавра. Для визначення розрахункової ширини стиснутої полиці враховується фактична геометрія елемента та допустима ширина, яка може бути включена у роботу перерізу.

$$b'_{f, \max} = 1550 \text{ мм}$$

$$b'f_{\text{розр}} = b + l/3 = 200 + 5690/3 = 2097 \text{ мм}$$

Оскільки фактична ширина полиці менша за розрахунково можливу, у розрахунок приймаємо фактичне значення:

$$b'f = 1150 \text{ мм}$$

Для визначення характеру роботи перерізу обчислюємо граничний момент M_f , за якого стиснута зона повністю розміщується в межах полиці таврового перерізу.

$$M_f = R_b \cdot \gamma_b \cdot b'f \cdot h_f \cdot (h_0 - h_f/2)$$

$$M_f = 8,5 \cdot 10^6 \cdot 0,9 \cdot 1,15 \cdot 0,03 \cdot (0,25 - 0,03/2) = 62,0 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

Порівнюємо отримане значення з розрахунковим моментом:

$$M_f = 62,0 \text{ кН}\cdot\text{м} > M_0 = 40,5 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

Отже, нейтральна вісь проходить у межах полиці, тобто $x < h_f$. Має місце перший випадок розрахунку таврового перерізу. Подальший розрахунок виконується як для прямокутного перерізу шириною $b'f = 1150 \text{ мм}$.

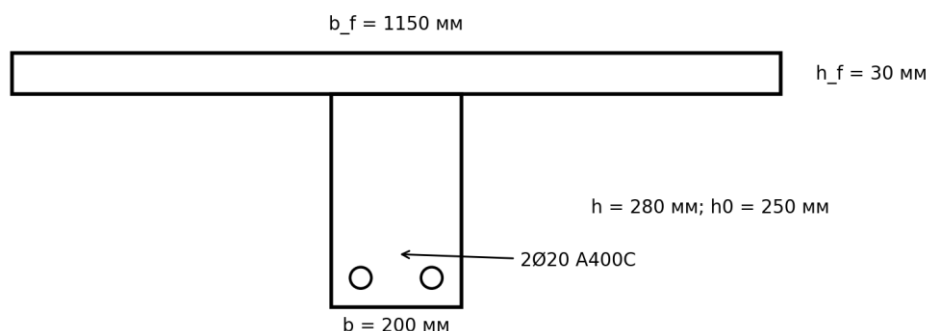


Рисунок 2.2.5.1 – Розрахункова схема таврового перерізу сходового маршу

2.2.5.2 Визначення необхідної площі робочої поздовжньої арматури

Необхідна площа робочої арматури визначається за розрахунком нормального перерізу на дію згинального моменту. Спочатку визначається відносний момент перерізу:

$$\alpha_0 = M_0 / (R_b \cdot \gamma_b \cdot b'f \cdot h_0^2)$$

$$\alpha_0 = 40,5 \cdot 10^3 / (8,5 \cdot 10^6 \cdot 0,9 \cdot 1,15 \cdot 0,25^2) = 0,073$$

За значенням $\alpha_0 = 0,073$ приймаємо відносну висоту стиснутої зони:

$$\xi = 0,073$$

Необхідна площа робочої арматури визначається за формулою:

$$A_s = \xi \cdot b'f \cdot h_0 \cdot R_b \cdot \gamma_b / R_s$$

$$A_s = 0,073 \cdot 115 \cdot 25 \cdot 8,5 \cdot 0,9 / 365 = 5,2 \text{ см}^2$$

За результатами розрахунку приймаємо робочу арматуру:

$$2\text{Ø}20 \text{ A400C}; A_{s,\text{пр}} = 6,28 \text{ см}^2$$

Оскільки $A_{s,\text{пр}} = 6,28 \text{ см}^2 > A_s = 5,2 \text{ см}^2$, прийнята площа робочої арматури є достатньою.

2.2.5.3 Перевірка міцності прийнятого нормального перерізу

Для перевірки несучої здатності прийнятого армування уточнюємо робочу висоту перерізу. Загальна висота перерізу $h = 280$ мм, захисний шар бетону $c = 20$ мм, діаметр робочої арматури $\text{Ø}20$ мм.

$$a = c + \text{Ø}/2 = 20 + 20/2 = 30 \text{ мм} = 3 \text{ см}$$

$$h_0 = h - a = 28 - 3 = 25 \text{ см}$$

Відносна висота стиснутої зони для прийнятого армування:

$$\xi = R_s \cdot A_s / (R_b \cdot \gamma_b \cdot b'f \cdot h_0)$$

$$\xi = 365 \cdot 6,28 / (8,5 \cdot 0,9 \cdot 115 \cdot 25) = 0,104$$

Для отриманого значення приймаємо $\alpha_0 = 0,099$. Розрахункова несуча здатність перерізу за моментом становить:

$$M_{\text{пр}} = R_b \cdot \gamma_b \cdot b'f \cdot h_0^2 \cdot \alpha_0$$

$$M_{\text{пр}} = 8,5 \cdot 10^6 \cdot 0,9 \cdot 1,15 \cdot 0,25^2 \cdot 0,099 \cdot 10^{-3} = 54,4 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

$$M_{\text{пр}} = 54,4 \text{ кН}\cdot\text{м} > M_0 = 40,5 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

Умова міцності нормального перерізу виконується. Прийняте армування забезпечує необхідну несучу здатність сходового маршу.

2.2.5.4 Перевірка міцності маршу за похилими перерізами

Розрахунок за похилими перерізами виконується для оцінки можливості утворення похилих тріщин та необхідності встановлення поперечної арматури за розрахунком. Спочатку перевіряється достатність розмірів перерізу і класу бетону за умовою міцності стиснутої бетонної смуги:

$$Q \leq 0,3 \cdot R_b \cdot \gamma_b \cdot b \cdot h_0$$

$$Q_{lim} = 0,3 \cdot 8,5 \cdot 10^6 \cdot 0,9 \cdot 0,20 \cdot 0,25 \cdot 10^{-3} = 115 \text{ кН}$$

$$Q_{пр} = 7,8 \text{ кН} < 115 \text{ кН}$$

Міцність бетонної стінки на стиск забезпечена. Розміри перерізу та клас бетону є достатніми.

Далі перевіряється необхідність розрахункового встановлення поперечної арматури:

$$Q > 0,6 \cdot R_{bt} \cdot \gamma_b \cdot b \cdot h_0$$

$$Q_b = 0,6 \cdot 0,75 \cdot 10^6 \cdot 0,9 \cdot 0,20 \cdot 0,25 \cdot 10^{-3} = 20,3 \text{ кН}$$

$$Q_{пр} = 7,8 \text{ кН} < 20,3 \text{ кН}$$

Оскільки умова не виконується, похилі тріщини у марші не утворюються. Поперечну арматуру приймаємо конструктивно: $\varnothing 6$ А240. На опірних ділянках довжиною 1/4 крок поперечних стержнів приймається $S_1 = 100$ мм, у середній частині прольоту $S_2 = 200$ мм. Монтажну арматуру приймаємо $\varnothing 10$ А240. Для армування плитної частини сходового маршу конструктивно приймається зварна сітка з дроту класу В500.

2.2.5.5 Розрахунок плитної частини площадки сходового маршу

Плитна частина площадки монолітно пов'язана з ребрами та працює як пластина, обперта по контуру. Розрахункові прольоти плити приймаються з урахуванням геометрії площадки і розмірів опорних ребер.

$$l_1 = 880 - 135 = 745 \text{ мм} = 0,745 \text{ м}$$

$$l_2 = 1150 - 2 \cdot 135 = 880 \text{ мм} = 0,880 \text{ м}$$

$$l_2/l_1 = 0,880 / 0,745 = 1,18$$

Співвідношення сторін близьке до одиниці, тому плита працює у двох напрямках. Для спрощеного розрахунку приймаємо $M_1 = M_2 = M$.

$$M = p \cdot l_1^2 \cdot (3l_2 - l_1) / [24 \cdot (2l_2 - l_1)]$$

Таблиця 2.2.5.1 – Навантаження на 1 м² плитної частини площадки

№	Найменування навантаження	Нормативне навантаження, кН/м ²	Коефіцієнт надійності	Розрахункове навантаження, кН/м ²
1	Власна вага плитної частини площадки	0,75	1,1	0,83
2	Покриття підлоги та вирівнювальні шари	1,00	1,1	1,10
3	Тимчасове корисне навантаження	3,20	1,2	3,84
	Разом	4,95		5,77

Для подальшого розрахунку приймаємо розрахункове навантаження $p = 5,81$ кН/м². Розрахунковий згинальний момент у плиті становить:

$$M = 5,81 \cdot 0,75^2 \cdot (3 \cdot 0,88 - 0,75) / [24 \cdot (2 \cdot 0,88 - 0,75)] = 0,26 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

2.2.5.6 Визначення площі арматури плитної частини площадки

Робочу висоту перерізу плитної частини приймаємо:

$$h_0 = hf/2 = 30/2 = 15 \text{ мм} = 0,015 \text{ м}$$

Відносний момент перерізу:

$$\alpha_0 = M / (R_b \cdot \gamma_b \cdot b \cdot h_0^2)$$

$$\alpha_0 = 260 / (8,5 \cdot 10^6 \cdot 0,9 \cdot 1,0 \cdot 0,015^2) = 0,15$$

Необхідна площа арматури:

$$A_s = \xi \cdot b \cdot h_0 \cdot R_b \cdot \gamma_b / R_s$$

$$A_s = 0,073 \cdot 100 \cdot 1,5 \cdot 8,5 \cdot 0,9 / 375 = 0,50 \text{ см}^2$$

Приймаємо зварну сітку з дроту класу В500 з площею робочої арматури:

$$A_{s,pr} = 0,71 \text{ см}^2 > A_s = 0,50 \text{ см}^2$$

Умова забезпечення необхідної площі арматури виконується.

2.2.5.7 Розрахунок ребер площадки за нормальними перерізами

Ребра площадки сприймають згинальний момент і поперечну силу від роботи плитної частини та сходового маршу. Розрахунок виконується як для таврового перерізу. Робоча висота перерізу:

$$h_0 = h - a = 30 - 3 = 27 \text{ см}$$

У характерному перерізі діє згинальний момент $M_1 = 28 \text{ кН}\cdot\text{м}$. Поперечна сила у перерізі становить $Q = 9 \text{ кН}$, а на опорі $Q_A = 30 \text{ кН}$.

Визначаємо момент, при якому полиця повністю стиснута:

$$M_f = R_b \cdot \gamma_b \cdot b'f \cdot hf \cdot (h_0 - hf/2)$$

$$M_f = 8,5 \cdot 10^6 \cdot 0,9 \cdot 1,15 \cdot 0,03 \cdot (0,27 - 0,03/2) = 67,3 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

$$M_f = 67,3 \text{ кН}\cdot\text{м} > M_1 = 28,0 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

Отже, має місце перший випадок розрахунку таврового перерізу. Розрахунок виконуємо як для прямокутного перерізу шириною $b'f = 1150 \text{ мм}$.

$$\alpha_0 = M_1 / (R_b \cdot \gamma_b \cdot b'f \cdot h_0^2)$$

$$\alpha_0 = 28 \cdot 10^3 / (8,5 \cdot 10^6 \cdot 0,9 \cdot 1,15 \cdot 0,27^2) = 0,051$$

$$\xi = 0,052$$

$$A_s = 0,052 \cdot 115 \cdot 27 \cdot 8,5 \cdot 0,9 / 365 = 3,38 \text{ см}^2$$

Приймаємо робочу арматуру ребер:

$$2\text{Ø}16 \text{ A400C}; A_{s,\text{пр}} = 4,02 \text{ см}^2$$

Оскільки $A_{s,\text{пр}} = 4,02 \text{ см}^2 > A_s = 3,38 \text{ см}^2$, армування ребер за нормальними перерізами достатнє.

2.2.5.8 Розрахунок ребер площадки за похилими перерізами

На опорній ділянці приймаємо $h = 240 \text{ мм}$, захисний шар і половину діаметра арматури враховуємо як $a = 30 \text{ мм}$. Робоча висота перерізу:

$$h_0 = h - a = 24 - 3 = 21 \text{ см} = 0,21 \text{ м}$$

Перевірка міцності стиснутої бетонної смуги:

$$Q \leq 0,3 \cdot R_b \cdot \gamma_b \cdot b \cdot h_0$$

$$Q_{\text{lim}} = 0,3 \cdot 8,5 \cdot 10^6 \cdot 0,9 \cdot 0,20 \cdot 0,21 \cdot 10^{-3} = 96 \text{ кН}$$

$$Q = 30 \text{ кН} < 96 \text{ кН}$$

Міцність стиснутої бетонної смуги забезпечена.

Перевіряємо необхідність встановлення поперечної арматури за розрахунком:

$$Q_b = 0,6 \cdot R_{bt} \cdot \gamma_b \cdot b \cdot h_0$$

$$Q_b = 0,6 \cdot 0,75 \cdot 10^6 \cdot 0,9 \cdot 0,20 \cdot 0,21 \cdot 10^{-3} = 17 \text{ кН}$$

$$Q = 30 \text{ кН} > 17 \text{ кН}$$

Оскільки поперечна сила перевищує несучу здатність бетону за похилим перерізом, поперечна арматура ребер повинна встановлюватися за розрахунком.

Визначаємо інтенсивність поперечного армування:

$$q_w = Q^2 / [8 \cdot (1 + \varphi_f) \cdot R_{bt} \cdot \gamma_b \cdot b \cdot h_0^2]$$

$$\varphi_f = R_{bt} \cdot (b'f - b) \cdot h'f / (b \cdot h_0)$$

$$b'f = b + 3h'f = 20 + 3 \cdot 3 = 29 \text{ см}$$

$$\varphi_f = 0,75 \cdot (29 - 20) \cdot 3 / (20 \cdot 21) = 0,048$$

$$q_w = 32000^2 / [8 \cdot (1 + 0,048) \cdot 0,75 \cdot 10^6 \cdot 0,9 \cdot 0,20 \cdot 0,21^2] = 20500 \text{ Н/м}$$

Приймаємо поперечні стержні $\varnothing 8$ А240С. Крок поперечної арматури:

$$S = A_{sw} \cdot R_{sw} / q_w$$

$$S = 1,06 \cdot 10^{-7} \cdot 175 \cdot 10^6 \cdot 100 / 20500 = 90,5 \text{ см}$$

За конструктивними вимогами при $h < 45$ см максимальний крок поперечних стержнів на приопорній ділянці:

$$S \leq h/2 = 24/2 = 12 \text{ см}$$

Також перевіряємо граничний допустимий крок:

$$S_{\max} = 1,5 \cdot (1 + \varphi_f) \cdot R_{bt} \cdot \gamma_b \cdot b \cdot h_0^2 / Q$$

$$S_{\max} = 1,5 \cdot (1 + 0,048) \cdot 0,75 \cdot 10^6 \cdot 0,9 \cdot 0,20 \cdot 0,21^2 / 32000 \cdot 100 = 29,2 \text{ см}$$

Остаточно приймаємо крок поперечних стержнів:

$$S = 100 \text{ мм}$$

2.2.5.9 Розрахунок поперечних стержнів у вхідному куті сходового маршу

У вхідних кутах сходового маршу виникають додаткові поперечні зусилля від поздовжніх сил у робочій арматурі ребер. Ці зусилля повинні бути сприйняті додатковою поперечною арматурою.

$$Q_s = 2 \cdot N_s \cdot \cos(\beta/2)$$

$$\beta/2 = 153^\circ 30' / 2 = 76^\circ 45'$$

$$\cos 76^\circ 45' = 0,23$$

Поздовжнє зусилля у робочій арматурі: $N_s = R_s \cdot A_s$

$$N_s = 365 \cdot 2,01 \cdot 10^2 = 73500 \text{ Н} = 73,5 \text{ кН}$$

Додаткове поперечне зусилля:

$$Q_s = 2 \cdot 73,5 \cdot 0,23 = 33,75 \text{ кН}$$

Необхідна площа додаткової поперечної арматури: $A_{sw} = Q_s / R_{sw}$

$$A_{sw} = 33750 / 175 \cdot 10^6 = 1,87 \text{ см}^2$$

Приймаємо додаткову поперечну арматуру у вхідному куті:

$$4\text{Ø}8 \text{ A}240\text{C}; A_{sw,пр} = 2,01 \text{ см}^2$$

Оскільки $A_{sw,пр} = 2,01 \text{ см}^2 > A_{sw} = 1,87 \text{ см}^2$, міцність вхідного кута забезпечена.

2.2.5.10 Узагальнення результатів розрахунку сходового маршу

Розрахунковий елемент	Розрахункове зусилля	Прийняте армування	Висновок
Основний переріз маршу	$M_0 = 40,5 \text{ кН}\cdot\text{м}$	2Ø20 A400C	Несуча здатність забезпечена
Похили перерізи маршу	$Q_{пр} = 7,8 \text{ кН}$	Ø6 A240 конструктивно	Похили тріщини не утворюються
Плита площадки	$M = 0,26 \text{ кН}\cdot\text{м}$	Сітка B500, $A_s = 0,71 \text{ см}^2$	Армування достатнє
Ребра площадки	$M_1 = 28 \text{ кН}\cdot\text{м}$	2Ø16 A400C	Міцність забезпечена
Поперечне армування ребер	$Q = 30 \text{ кН}$	Ø8 A240, S = 100 мм	Умова виконана
Вхідний кут маршу	$Q_s = 33,75 \text{ кН}$	4Ø8 A240C	Додаткове армування достатнє

За результатами конструктивного розрахунку встановлено, що прийняті геометричні параметри сходового маршу, клас бетону та підібране армування забезпечують необхідну несучу здатність елемента за нормальними і похилими перерізами. Основне робоче армування 2Ø20 A400C перевищує розрахунково необхідну площу арматури, а поперечна арматура ребер Ø8 A240 з кроком 100 мм забезпечує надійну роботу приопорних зон. Додаткове армування у вхідному куті маршу прийнято з достатнім запасом міцності. Отже, конструкція сходового маршу відповідає вимогам міцності, жорсткості та надійної експлуатації у складі житлової будівлі.

РОЗДІЛ ІІІ

ТЕХНОЛОГІЧНІ РІШЕННЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВНИЦТВА

3.1 Організаційно-технологічна підготовка будівельного виробництва

Організаційно-технологічна підготовка будівництва є одним із найважливіших етапів реалізації інвестиційно-будівельного проєкту, оскільки саме на цій стадії формується комплекс технічних, організаційних та виробничих заходів, спрямованих на забезпечення безперервного, безпечного та економічно ефективного виконання будівельно-монтажних робіт. Якість підготовчих заходів безпосередньо впливає на тривалість будівництва, рівень використання матеріально-технічних ресурсів, продуктивність праці та дотримання календарних строків виконання робіт.

Підготовка будівельного виробництва виконується відповідно до вимог ДБН А.3.1-5:2016 «Організація будівельного виробництва», а також інших нормативних документів, які регламентують порядок виконання підготовчих, організаційних та технологічних процесів у будівництві. Основною метою підготовчого періоду є створення необхідних умов для своєчасного початку основних будівельно-монтажних робіт та забезпечення їх ритмічного виконання протягом усього циклу будівництва.

На початковому етапі здійснюється комплекс організаційно-правових заходів, пов'язаних із підготовкою документації та оформленням дозвільних процедур. До складу цих робіт входять проведення тендерних процедур, визначення генерального підрядника та субпідрядних організацій, укладання договорів на виконання будівельно-монтажних робіт, погодження проєктної документації та отримання необхідних дозволів на виконання будівельних робіт. Одночасно виконується планування фінансування об'єкта, визначаються джерела матеріально-технічного забезпечення та формується виробнича програма будівельної організації.

Особливу увагу приділено підготовці будівельного майданчика до виконання робіт. До початку основного циклу будівництва проводиться комплекс підготовчих заходів, спрямованих на забезпечення безпечних та раціональних умов виконання робіт. Територія будівництва очищується від сміття, сторонніх предметів та залишків існуючих конструкцій. За необхідності виконуються демонтажні роботи та перенесення існуючих інженерних комунікацій, що потрапляють у зону забудови.

Одним із першочергових етапів підготовки є виконання геодезичних робіт. На будівельному майданчику створюється геодезична розбивочна основа, здійснюється винесення в натуру основних осей будівлі та контрольних реперів. Геодезичне забезпечення дозволяє забезпечити точність розташування конструктивних елементів споруди та інженерних мереж відповідно до проєктних рішень.

Для забезпечення нормального функціонування будівельного майданчика влаштовуються тимчасові будівлі та споруди виробничого, складського і санітарно-побутового призначення. До їх складу входять:

- адміністративно-побутові приміщення;
- склади будівельних матеріалів;
- майстерні;
- пункти зберігання інструменту;
- приміщення для відпочинку та харчування працівників;
- медичний пункт;
- санітарно-побутові приміщення.

Тимчасові споруди розміщуються відповідно до будівельного генерального плану з урахуванням вимог пожежної безпеки, охорони праці та організації транспортних потоків на території будівництва.

Важливим елементом підготовчого періоду є організація тимчасових інженерних мереж і комунікацій. До початку виконання будівельно-монтажних робіт будівельний майданчик забезпечується тимчасовим електропостачанням;

- водопостачанням;
- зовнішнім освітленням;
- засобами зв'язку;
- системами водовідведення;
- протипожежним водопостачанням.

Електропостачання будівельного майданчика здійснюється від існуючих міських мереж через тимчасові розподільчі щити та кабельні лінії. Для забезпечення безпечної експлуатації електрообладнання передбачається заземлення електроустановок і застосування захисних автоматичних пристроїв.

У процесі підготовки будівельного виробництва також виконується організація транспортного забезпечення об'єкта. На території майданчика влаштовуються тимчасові автомобільні дороги, майданчики для розвороту техніки та зони складування матеріалів і конструкцій. Ширина тимчасових проїздів та радіуси поворотів приймаються з урахуванням габаритів будівельної техніки та інтенсивності транспортних потоків.

Для забезпечення безперервності будівельного процесу здійснюється підготовка необхідних запасів будівельних матеріалів, виробів та конструкцій. Організація складського господарства виконується відповідно до технологічної послідовності виконання робіт та графіка постачання матеріально-технічних ресурсів.

Важливою складовою підготовчого періоду є забезпечення будівництва необхідними трудовими ресурсами. Формуються спеціалізовані будівельні бригади, проводиться інструктаж з охорони праці та пожежної безпеки, працівники забезпечуються засобами індивідуального захисту, технологічними картами та виробничими інструкціями.

Для підвищення ефективності управління будівництвом передбачається використання сучасних методів організації виробництва та автоматизованих систем контролю за виконанням робіт. Календарне планування виконується із застосуванням мережевих графіків та програмних комплексів управління

будівництвом, що дозволяє контролювати строки виконання робіт, використання ресурсів та взаємодію між учасниками будівельного процесу.

Комплексна організаційно-технологічна підготовка будівництва забезпечує створення необхідних умов для ритмічного та безпечного виконання будівельно-монтажних робіт, сприяє скороченню тривалості будівництва, раціональному використанню трудових і матеріально-технічних ресурсів, а також підвищенню загальної ефективності реалізації будівельного проєкту.

3.2 Технологічна послідовність та організаційно-виробничі методи зведення будівлі

Організаційно-технологічні рішення щодо зведення багатоповерхового житлового будинку розроблені з урахуванням архітектурно-конструктивних особливостей об'єкта, умов будівельного майданчика, прийнятої технології виконання робіт та необхідності забезпечення високої якості будівельно-монтажних процесів. Основною метою прийнятих рішень є забезпечення безперервності будівництва, раціонального використання трудових і матеріально-технічних ресурсів, скорочення тривалості будівництва та підвищення ефективності виконання робіт.

Зведення житлового будинку здійснюється із застосуванням потокового методу організації будівництва, який є найбільш ефективним для багатоповерхових монолітно-каркасних будівель. Сутність потокового методу полягає у ритмічному та послідовному виконанні однотипних будівельних процесів спеціалізованими бригадами на окремих захватках із дотриманням єдиного технологічного ритму.

Для реалізації потокового методу будівлю поділено на окремі технологічні захватки та яруси, що дозволяє забезпечити паралельне виконання різних видів робіт без взаємного перешкоджання між будівельними бригадами. Такий підхід забезпечує:

- рівномірне завантаження робочої сили;
- безперервну роботу будівельної техніки;

- скорочення простоїв механізмів;
- раціональне використання матеріалів;
- підвищення продуктивності праці;
- контроль якості виконання робіт на кожному етапі будівництва.

Основним методом зведення монолітного каркасу будівлі прийнято горизонтально-пошарову схему монтажу та бетонування конструкцій. При такій схемі будівництво виконується послідовно по поверхах у межах визначеної захватки. Після завершення армування, встановлення опалубки, бетонування та досягнення бетоном необхідної міцності роботи переносяться на наступний ярус будівлі.

Горизонтальна схема організації робіт забезпечує:

- високу точність монтажу конструкцій;
- зручність виконання геодезичного контролю;
- безпечні умови праці;
- можливість комплексної механізації процесів;
- рівномірне навантаження на несучі елементи споруди.

Монтаж та бетонування конструкцій виконуються роздільним методом, який передбачає послідовне виконання окремих технологічних процесів спеціалізованими бригадами. Спочатку здійснюється монтаж вертикальних несучих елементів — колон, стін жорсткості та шахт ліфтів, після чого виконуються роботи з улаштування горизонтальних конструкцій перекриття. Така організація процесу дозволяє підвищити якість виконання робіт, оптимізувати використання опалубних систем і скоротити тривалість технологічних циклів.

Технологія будівництва передбачає комплексну механізацію основних будівельно-монтажних процесів. Для подавання бетонної суміші, монтажу арматурних каркасів, переміщення опалубки та будівельних матеріалів використовується баштовий кран, а також допоміжні вантажопідіймальні механізми та засоби малої механізації.

Організація будівництва передбачає поділ усього комплексу робіт на окремі виробничі цикли, кожен з яких має визначену технологічну послідовність.

Підготовчий цикл включає:

- підготовку будівельного майданчика;
- геодезичну розбивку осей будівлі;
- улаштування тимчасових доріг;
- монтаж тимчасових будівель і споруд;
- підключення тимчасових інженерних мереж;
- організацію складських і виробничих зон.

Підземний цикл охоплює:

- розробку котловану;
- улаштування пальового фундаменту;
- бетонування ростверків;
- влаштування гідроізоляції;
- бетонування конструкцій підземного паркінгу;
- монтаж інженерних комунікацій підземної частини будівлі.

Виконання земляних робіт здійснюється механізованим способом із використанням одноківшевих екскаваторів та автомобільного транспорту для вивезення надлишкового ґрунту. Після завершення розробки котловану виконується улаштування бетонної підготовки та монтаж арматурних каркасів фундаментних конструкцій.

Надземний цикл будівництва включає:

- монтаж і демонтаж опалубки;
- армування конструкцій;
- бетонування колон, стін та перекриттів;
- монтаж сходових маршів;
- мурування зовнішніх стін і внутрішніх перегородок;
- встановлення віконних та дверних блоків;
- улаштування покрівлі.

Бетонування конструкцій здійснюється захватками з дотриманням вимог технології укладання та ущільнення бетонної суміші. Для забезпечення необхідної якості монолітних конструкцій використовуються глибинні вібратори та здійснюється контроль міцності бетону на всіх етапах твердіння.

Після завершення основних будівельних робіт виконується опоряджувальний цикл, який включає:

- штукатурні роботи;
- улаштування підлог;
- облицювання поверхонь;
- малярні роботи;
- монтаж декоративних елементів;
- оздоблення фасадів.

Спеціальний цикл робіт охоплює монтаж внутрішніх інженерних систем: водопостачання;

- каналізації;
- електропостачання;
- вентиляції;
- опалення;
- слабкострумних мереж;
- систем пожежної безпеки.

Для забезпечення ритмічності будівництва розробляється календарний графік виконання робіт, у якому визначаються строки виконання окремих процесів, потреба у трудових ресурсах, будівельних машинах та матеріально-технічному забезпеченні.

Прийняті організаційно-технологічні рішення дозволяють забезпечити:

- безперервність будівельного процесу;
- скорочення тривалості будівництва;
- підвищення ефективності використання техніки;
- дотримання вимог охорони праці;
- контроль якості будівельно-монтажних робіт;

- раціональне використання ресурсів.

Застосування потокового методу організації будівництва, горизонтально-пошарової схеми зведення конструкцій та комплексної механізації процесів створює необхідні умови для ефективного, безпечного та технологічно обґрунтованого виконання будівельно-монтажних робіт при спорудженні багатоповерхового житлового будинку.

3.3 Визначення та аналіз обсягів будівельно-монтажних робіт

Визначення обсягів будівельно-монтажних робіт є одним із основних етапів розроблення організаційно-технологічної документації, оскільки саме на основі отриманих результатів здійснюється планування тривалості будівництва, потреби у трудових ресурсах, будівельних машинах, матеріалах та конструкціях. Точність підрахунку обсягів робіт безпосередньо впливає на ефективність організації будівельного виробництва, економічні показники будівництва та своєчасність введення об'єкта в експлуатацію.

Підрахунок обсягів робіт виконується відповідно до архітектурно-будівельних креслень, конструктивних рішень, специфікацій елементів та вимог чинних нормативних документів. У процесі визначення обсягів враховуються геометричні параметри будівлі, конструктивна схема споруди, технологія виконання робіт, послідовність будівельних процесів та особливості організації будівельного майданчика.

Розрахунок обсягів будівельно-монтажних робіт проводиться окремо для кожного етапу зведення будівлі. Основними видами робіт при будівництві багатоповерхового житлового будинку є:

- земляні роботи;
- улаштування фундаментів;
- бетонні та залізобетонні роботи;
- монтаж конструкцій;
- мурування зовнішніх і внутрішніх стін;
- монтаж перекриттів;
- покрівельні роботи;

- опоряджувальні процеси;
- монтаж інженерних систем.

На етапі підрахунку обсягів земляних робіт визначаються:

- об'єм розробки котловану;
- об'єм зворотної засипки;
- кількість ґрунту, що підлягає вивезенню;
- потреба у механізмах для виконання земляних процесів.

Об'єм котловану визначається за формулою:

$$V=L \times B \times H$$

де:

L — довжина котловану;

B — ширина котловану;

H — глибина розробки.

Для монолітних залізобетонних конструкцій визначається:

- об'єм бетонної суміші;
- площа опалубки;
- маса арматури;
- трудомісткість армування та бетонування.

Об'єм бетонування конструкцій визначається:

$$V_b=A \times h$$

де:

A — площа конструкції;

h — товщина елемента.

Під час визначення обсягів мурувальних робіт розраховується:

- площа зовнішніх стін;
- об'єм кладки;
- кількість блоків або цегли;
- потреба у розчині.

Об'єм кладки визначається за формулою:

$$V=S \times t$$

де:

S — площа стіни;

t — товщина кладки.

Для монтажних робіт додатково визначаються:

- кількість монтажних елементів;
- маса конструкцій;
- потреба у вантажопідіймальних механізмах;
- тривалість монтажу.

Підрахунок обсягів покрівельних робіт включає:

- площу покриття;
- обсяг теплоізоляції;
- площу гідроізоляційного шару;
- кількість добірних елементів покрівлі.

При визначенні обсягів опоряджувальних робіт враховуються:

- площі штукатурення;
- площі облицювання;
- площі фарбування;
- улаштування підлог;
- монтаж декоративних елементів.

Окремо виконується визначення обсягів робіт із монтажу внутрішніх інженерних систем:

- водопостачання;
- каналізації;
- опалення;
- вентиляції;
- електропостачання;
- слабкострумних мереж.

Під час підрахунку обсягів будівельно-монтажних робіт також враховуються:

- технологічні втрати матеріалів;

- коефіцієнти запасу;
- складність виконання робіт;
- умови транспортування та складування конструкцій;
- можливі перерви у виконанні процесів.

Для забезпечення безперервності будівництва та стабільного матеріально-технічного забезпечення визначається необхідний резерв будівельних матеріалів і конструкцій. Запаси матеріалів формуються з урахуванням календарного графіка виконання робіт та графіка постачання ресурсів на будівельний майданчик.

Результати підрахунку обсягів робіт використовуються при:

- складанні календарного графіка будівництва;
- визначенні трудомісткості процесів;
- розрахунку потреби у будівельних машинах;
- формуванні кошторисної документації;
- плануванні роботи будівельних бригад;
- організації матеріально-технічного постачання.

Для систематизації результатів усі розраховані показники зводяться у відомість обсягів будівельно-монтажних робіт, яка містить:

- найменування процесів;
- одиниці вимірювання;
- кількісні показники;
- технологічні характеристики;
- необхідні ресурси.

Відомість обсягів робіт наведена у додатках до пояснювальної записки та є основою для подальшого розроблення календарного плану будівництва, графіків руху трудових ресурсів і машин, а також розрахунку техніко-економічних показників організації будівництва.

Правильний і детальний підрахунок обсягів будівельно-монтажних робіт дозволяє забезпечити ефективну організацію будівельного процесу,

раціональне використання ресурсів та своєчасне виконання робіт із дотриманням нормативних вимог щодо якості та безпеки будівництва.

3.4 Технологічна карта на влаштування підземної частини каркасно-морнолітного житлового будинку

Технологічна карта розроблена на виконання комплексу будівельно-монтажних робіт із влаштування підземної частини шестиповерхового монолітного житлового будинку у місті Харків. Технологічна карта визначає раціональну організацію будівельного процесу, послідовність виконання робіт, склад будівельних машин і механізмів, вимоги до якості виконання процесів, заходи з охорони праці та техніки безпеки, а також порядок взаємодії спеціалізованих будівельних бригад у процесі зведення підземного поверху будівлі.

Підземна частина будівлі включає фундаментну плиту, монолітні залізобетонні стіни підземного поверху, внутрішні колони, технічні приміщення та конструкції підземного паркінгу. Враховуючи щільну міську забудову, обмежені умови виконання робіт та складні інженерно-геологічні умови будівельного майданчика, технологічні рішення прийняті з урахуванням максимальної механізації процесів, безперервності бетонування та раціональної організації транспортних і монтажних операцій.

До початку основних будівельно-монтажних робіт виконується комплекс підготовчих заходів. Територія будівельного майданчика очищується від сторонніх предметів, залишків рослинного шару та тимчасових перешкод. Виконується геодезична розбивка основних осей будівлі із закріпленням реперів та контрольних точок. Проводиться влаштування тимчасових під'їзних шляхів для руху будівельної техніки, монтаж тимчасових побутових приміщень, підключення тимчасового електропостачання та систем водовідведення.

Розробка котловану виконується механізованим способом із застосуванням однокішшевих екскаваторів зі зворотною лопатою. Остаточне доопрацювання ґрунту у місцях примикання фундаментних конструкцій та в

зонах розташування паль виконується вручну. Для забезпечення стійкості укосів та безпечного виконання робіт передбачаються заходи тимчасового водовідведення та організація дренажної системи.

Після завершення земляних робіт виконується улаштування основи під фундаментну плиту. На дні котловану влаштовується ущільнена піщано-щебенева підготовка. Товщина підготовчого шару приймається відповідно до проєктних рішень та забезпечує рівномірний розподіл навантаження на основу.

Об'єм піщаної підготовки визначається за формулою:
$$V = L \times B \times h$$

де:

L — довжина фундаментної плити;

B — ширина фундаментної плити;

h — товщина підготовки.

Ущільнення основи виконується віброплитами або малогабаритними котками до досягнення нормативного коефіцієнта ущільнення.

Поверх ущільненої основи виконується бетонна підготовка із бетону класу С8/10 товщиною 80–100 мм. Бетонна підготовка забезпечує створення рівної основи для влаштування гідроізоляції та монтажу арматурних каркасів фундаментної плити.

Після набору початкової міцності бетонної підготовки виконується влаштування гідроізоляційного шару із рулонних або мембранних матеріалів. Особлива увага приділяється герметизації стиків та місць примикання гідроізоляції до вертикальних конструкцій.

Армування фундаментної плити виконується відповідно до робочих креслень із застосуванням арматури класу А500С. Арматурні каркаси збираються як безпосередньо у котловані, так і на спеціально обладнаних монтажних майданчиках. Для забезпечення необхідного захисного шару бетону використовуються інвентарні пластикові фіксатори.

Бетонування фундаментної плити виконується із застосуванням автобетононасоса. Для конструкцій підземної частини приймається бетон класу C20/25 з підвищеними показниками водонепроникності та морозостійкості.

Укладання бетонної суміші виконується пошарово з обов'язковим ущільненням глибинними вібраторами. Товщина шару бетонування приймається не більше 400 мм. Вібрування здійснюється до появи цементного молока на поверхні суміші та припинення виділення повітряних бульбашок.

Після завершення бетонування проводяться заходи з догляду за бетоном: укриття поліетиленовою плівкою, періодичне зволоження поверхні, контроль температурного режиму твердіння та захист конструкцій від механічних пошкоджень.

Після досягнення бетоном необхідної міцності виконується монтаж вертикальних конструкцій підземного поверху. Для бетонування стін і колон застосовується інвентарна модульна опалубка типу PERI. Монтаж щитів виконується із забезпеченням вертикальності та точності положення конструкцій.

Арматурні каркаси стін та колон встановлюються відповідно до робочих креслень із контролем положення випусків та закладних деталей. Бетонування вертикальних елементів здійснюється безперервно із пошаровим ущільненням бетонної суміші.

Після завершення бетонування стін підземної частини виконується влаштування перекриття над підземним поверхом. Для цього використовується балочно-ригельна система опалубки із телескопічними стояками та інвентарними балками.

Контроль якості робіт здійснюється на всіх етапах будівництва. Геодезична служба контролює точність розташування конструкцій, вертикальність стін та відповідність фактичних розмірів проектним

параметрам. Для контролю міцності бетону виготовляються контрольні зразки-кубики, які проходять лабораторні випробування.

У процесі виконання робіт ведеться виконавча документація: журнали бетонування, акти прихованих робіт, виконавчі схеми, журнали геодезичного контролю та акти випробувань матеріалів.

Особлива увага під час виконання робіт приділяється охороні праці та техніці безпеки. Роботи у котловані виконуються із дотриманням вимог безпечної експлуатації земляних споруд. Працівники забезпечуються засобами індивідуального захисту, а всі механізми проходять обов'язкову перевірку технічного стану.

Організація праці на будівельному майданчику передбачає поділ робіт між спеціалізованими ланками: ланкою земляних робіт, арматурниками, опалубниками, бетонярами, монтажниками та гідроізоляційниками.

Потокова організація виконання процесів забезпечує синхронізацію робіт, скорочення простоїв будівельної техніки та підвищення продуктивності праці.

Прийнята технологія влаштування підземної частини будівлі забезпечує безпечне, технологічно обґрунтоване та ефективне виконання будівельно-монтажних робіт із дотриманням вимог якості, надійності та довговічності конструкцій.

3.6 Обґрунтування вибору комплекту будівельних машин і механізмів для зведення житлового будинку

Раціональний вибір будівельних машин і механізмів є одним із найважливіших етапів організації будівельного виробництва, оскільки саме від рівня механізації залежить продуктивність праці, тривалість виконання робіт, собівартість будівництва та ефективність використання трудових і матеріально-технічних ресурсів. Комплект будівельної техніки підбирається з урахуванням конструктивної схеми будівлі, прийнятої технології виконання робіт, обсягів будівельно-монтажних процесів, умов будівельного майданчика та календарних строків будівництва.

Для зведення шестиповерхового монолітного житлового будинку прийнято комплексну механізацію основних будівельних процесів. Комплексна механізація передбачає використання взаємопов'язаного комплексу машин, які забезпечують безперервне виконання земляних, бетонних, монтажних, транспортних та опоряджувальних робіт. Усі машини та механізми підбираються за принципом технологічної сумісності та узгодженості продуктивності.

Під час формування комплексу будівельних машин враховуються такі основні фактори:

- обсяги будівельно-монтажних робіт;
- конструктивні особливості будівлі;
- висота споруди;
- габарити будівельного майданчика;
- умови щільної міської забудови;
- інтенсивність виконання робіт;
- необхідний темп бетонування;
- технологічна послідовність виконання процесів.

Особлива увага приділяється забезпеченню безперервності технологічного потоку. Продуктивність основних механізмів повинна бути взаємоузгодженою, що дозволяє уникнути простоїв техніки, перевантаження окремих виробничих ланок та виникнення технологічних затримок.

Для виконання будівельно-монтажних робіт на об'єкті передбачається використання наступного комплексу машин та механізмів.

Найменування машини або механізму	Марка	Кількість
Баштовий кран	КБ-474	1
Компресор	КС-9	4
Автогрейдер	ГАТ-51	1
Штукатурна станція	СО-114	1
Електрозварювальний апарат	ТД-500	8
Шафа для прокалювання електродів	ППЕ-1	18
Монтажна лебідка	ЛМ-3,2	4

Найменування машини або механізму	Марка	Кількість
Щогловий підйомник	ТП-9	2
Автотягач	КамАЗ-54102	4

Прийнятий комплект техніки забезпечує виконання:

- вантажопідйомних операцій;
- транспортування будівельних матеріалів;
- монтажу арматурних каркасів;
- встановлення опалубки;
- бетонування конструкцій;
- виконання зварювальних робіт;
- механізованого оздоблення;
- вертикального транспортування матеріалів і конструкцій.

Основним механізмом на будівельному майданчику є баштовий кран, який забезпечує подачу арматурних каркасів, елементів опалубки, бетонної суміші, будівельних матеріалів та допоміжного обладнання до місця виконання робіт.

Вибір баштового крана здійснюється на основі техніко-економічного аналізу та розрахунку основних параметрів:

- необхідної вантажопідйомності;
- висоти підйому гака;
- вильоту стріли;
- радіуса обслуговування;
- умов монтажу та експлуатації.

Необхідна вантажопідйомність крана визначається за формулою:

$$Q_k = P_e + P_{st}$$

де:

P_e - маса найважчого елемента;

P_{st} - маса стропувальних і такелажних пристроїв.

Приймаємо:

маса найважчого елемента: $P_e = 5$ т

маса такелажного обладнання: $P_{st}=0.6$ т

Тоді необхідна вантажопідйомність становить:

$$Q_k=5+0.6=5.6 \text{ т}$$

Отже, для забезпечення нормативного запасу вантажопідйомності приймається баштовий кран вантажопідйомністю не менше 6 т.

Висота підйому гака визначається залежно від максимальної висоти будівлі та технологічного запасу:

$$H_k=H_0+H_z+H_e+H_t$$

де:

H_0 - висота будівлі;

H_z - монтажний запас;

H_e - висота конструктивного елемента;

H_t - технологічний запас під гаком.

Підставляємо значення:

$$H_k=60.8+0.5+1.65+4=66.95 \text{ м}$$

Необхідна висота підйому гака становить приблизно 67 м.

Необхідний виліт стріли визначається з урахуванням ширини будівлі, розташування крана та необхідного радіуса обслуговування:

$$L_{str}=a/2+4+25.88$$

Підставляємо значення:

$$L_{str}=6/2+4+25.88=32.88 \text{ м}$$

Отже, необхідний виліт стріли становить приблизно 33 м.

На основі виконаних розрахунків та аналізу технічних характеристик для будівництва обрано баштовий кран марки: КБ-474

Основні технічні характеристики крана:

- максимальна вантажопідйомність — 8 т;
- максимальний виліт стріли — 35 м;
- мінімальний виліт — 2 м;
- висота підйому гака — до 48 м із можливістю нарощування секцій башти.

Прийнятий кран забезпечує:

- подачу бетонної суміші у бадях;
- монтаж арматурних каркасів;
- транспортування елементів опалубки;
- подачу будівельних матеріалів;
- вертикальне транспортування допоміжного обладнання.

Для виконання бетонних робіт передбачається використання автобетононасоса, який забезпечує безперервне подавання бетонної суміші до місця укладання. Це дозволяє скоротити тривалість бетонування та підвищити якість монолітних конструкцій.

Для виконання зварювальних робіт використовуються електрозварювальні апарати типу ТД-500 потужністю 42 кВт. Для забезпечення необхідної якості зварювання передбачається використання спеціальних шаф для прокалювання електродів, що дозволяє знизити вологість електродного покриття та покращити якість зварних з'єднань.

Вертикальне транспортування оздоблювальних матеріалів та допоміжного обладнання виконується щогловими підйомниками типу ТП-9. Для механізації опоряджувальних робіт використовується штукатурна станція СО-114, яка забезпечує механізоване приготування та нанесення штукатурних розчинів.

Транспортування будівельних матеріалів, арматури, опалубки та допоміжного обладнання на будівельний майданчик здійснюється автотягачами КамАЗ-54102.

Прийнятий комплект будівельних машин і механізмів забезпечує комплексну механізацію основних будівельно-монтажних процесів, безперервність виконання робіт, раціональне використання ресурсів та дотримання встановлених календарних строків будівництва.

3.7 Розроблення календарного плану виконання будівельно-монтажних робіт

Календарне планування є одним із основних елементів організації будівельного виробництва, що забезпечує раціональну послідовність виконання будівельно-монтажних процесів, ефективне використання трудових і матеріально-технічних ресурсів, а також контроль за дотриманням встановлених строків будівництва. Календарний план дозволяє узгодити роботу всіх учасників будівництва, забезпечити безперервність технологічного процесу та своєчасне введення об'єкта в експлуатацію.

Розроблення календарного графіка виконується відповідно до вимог ДБН А.3.1-5:2016 «Організація будівельного виробництва» та базується на:

- відомості обсягів будівельно-монтажних робіт;
- прийнятій технології виконання процесів;
- конструктивних рішеннях будівлі;
- нормативній трудомісткості робіт;
- продуктивності будівельних машин і механізмів;
- нормативній чисельності робітників;
- умовах будівельного майданчика.

Основною метою календарного планування є встановлення технологічно обґрунтованої послідовності виконання робіт та визначення їх тривалості з урахуванням можливості суміщення окремих процесів у часі. Це дозволяє забезпечити ритмічність будівельного виробництва, мінімізувати простой техніки та скоротити загальну тривалість будівництва.

Під час розроблення календарного графіка враховуються:

- технологічна взаємозалежність процесів;
- можливість паралельного виконання окремих видів робіт;
- необхідність технологічних перерв;
- погодні умови виконання процесів;
- обмеження щодо роботи вантажопідйомних механізмів;
- вимоги охорони праці та техніки безпеки;

- забезпечення матеріально-технічними ресурсами.

Для будівництва шестиповерхового монолітного житлового будинку календарний план формується за потоковим методом організації робіт, який забезпечує послідовне та ритмічне виконання будівельних процесів спеціалізованими бригадами.

Усі будівельно-монтажні роботи умовно поділяються на окремі цикли:

- підготовчий;
- підземний;
- надземний;
- покрівельний;
- опоряджувальний;
- монтаж інженерних систем;
- благоустрій території.

Підготовчий період включає:

- очищення території;
- геодезичну розбивку;
- улаштування тимчасових доріг;
- монтаж тимчасових споруд;
- підключення тимчасових інженерних мереж;
- організацію складських зон.

Тривалість підготовчого періоду визначається залежно від обсягів робіт та кількості залучених ресурсів.

Тривалість виконання окремих процесів визначається за формулою:

$$T=Q/n \times P$$

де:

T - тривалість виконання робіт, дні;

Q - обсяг робіт;

n - кількість робітників або машин;

P - продуктивність праці або машини за зміну.

Підземний цикл будівництва включає:

- розробку котловану;
- улаштування фундаментів;
- бетонування фундаментної плити;
- зведення конструкцій підземного поверху;
- улаштування гідроізоляції;
- монтаж перекриття над підземною частиною.

При плануванні підземного циклу враховуються технологічні перерви, необхідні для набору бетоном проектної міцності. Для монолітних конструкцій передбачається циклічне бетонування із дотриманням нормативних термінів розпалублення.

Надземний цикл охоплює:

- монтаж опалубки;
- армування конструкцій;
- бетонування колон, стін і перекриттів;
- демонтаж опалубки;
- мурування зовнішніх стін;
- монтаж перегородок;
- встановлення вікон і дверей.

Зведення монолітного каркасу організовується за ярусно-захватною схемою. Роботи виконуються потоковим методом із циклічним повторенням процесів на кожному поверсі будівлі.

Тривалість бетонування одного поверху визначається за формулою:

$$T_{\text{пов}} = T_{\text{оп}} + T_{\text{арм}} + T_{\text{бет}} + T_{\text{тех}}$$

де:

$T_{\text{оп}}$ — тривалість монтажу опалубки;

$T_{\text{арм}}$ — тривалість армування;

$T_{\text{бет}}$ — тривалість бетонування;

$T_{\text{тех}}$ — технологічна перерва для твердіння бетону.

Для скорочення загальної тривалості будівництва передбачається суміщення окремих процесів у часі.

Наприклад:

- мурування стін виконується паралельно із бетонуванням верхніх поверхів;
- монтаж інженерних мереж здійснюється одночасно з опоряджувальними роботами;
- фасадні роботи виконуються незалежно від внутрішнього оздоблення.

Покрівельні роботи виконуються після завершення бетонування верхнього перекриття та досягнення бетоном необхідної міцності. Після влаштування покрівлі створюються умови для виконання внутрішніх опоряджувальних процесів незалежно від погодних умов.

Опоряджувальний цикл включає:

- штукатурні роботи;
- улаштування підлог;
- облицювання поверхонь;
- малярні роботи;
- монтаж підвісних стель;
- встановлення сантехнічного обладнання.

Внутрішні опоряджувальні роботи виконуються поетапно із дотриманням технологічної послідовності процесів та нормативних термінів висихання будівельних розчинів і сумішей.

Паралельно з опоряджувальними роботами здійснюється монтаж внутрішніх інженерних систем:

- водопостачання;
- каналізації;
- опалення;
- вентиляції;
- електропостачання;
- систем зв'язку та пожежної сигналізації.

На завершальному етапі будівництва виконуються роботи з благоустрою території:

- улаштування проїздів і тротуарів;
- озеленення;
- монтаж малих архітектурних форм;
- зовнішнє освітлення;
- нанесення дорожньої розмітки.

Під час розроблення календарного графіка особлива увага приділяється визначенню критичного шляху будівництва. Критичний шлях являє собою послідовність процесів, затримка виконання яких призводить до збільшення загальної тривалості будівництва.

Для аналізу календарного плану враховуються:

- резерви часу;
- коефіцієнт нерівномірності використання робочої сили;
- рівень завантаження будівельних машин;
- можливість коригування графіка при зміні виробничих умов.

Результатом календарного планування є календарний графік будівництва, який містить:

- перелік будівельно-монтажних процесів;
- тривалість виконання робіт;
- черговість процесів;
- взаємозв'язки між роботами;
- потребу у трудових ресурсах;
- строки виконання окремих етапів будівництва.

Календарний графік наведений у графічній частині кваліфікаційної роботи та використовується як основний організаційний документ для управління процесом будівництва.

Розроблений календарний план забезпечує раціональну організацію будівельно-монтажних робіт, безперервність технологічного процесу,

ефективне використання ресурсів та своєчасне завершення будівництва житлового будинку відповідно до встановлених нормативних строків.

3.8 Організація будівельного майданчика та розроблення об'єктного будівельного генерального плану

Об'єктний будівельний генеральний план є одним із основних організаційно-технологічних документів будівництва, який визначає раціональне розміщення тимчасових споруд, будівельних машин, транспортних шляхів, складських майданчиків та інженерних мереж у межах будівельного майданчика. Основним призначенням будівельного генерального плану є забезпечення безпечного, безперервного та технологічно ефективного виконання будівельно-монтажних робіт протягом усього періоду зведення об'єкта.

Розроблення будівельного генерального плану виконується відповідно до вимог ДБН А.3.1-5:2016 «Організація будівельного виробництва», а також з урахуванням архітектурно-планувальних рішень, календарного графіка будівництва, технології виконання робіт та особливостей будівельного майданчика. При його формуванні враховуються інженерно-геологічні умови ділянки, щільність навколишньої забудови, існуюча транспортна інфраструктура, санітарно-гігієнічні вимоги, правила пожежної безпеки та охорони праці.

Основною метою об'єктного будівельного генерального плану є створення оптимальних умов для:

- раціональної організації будівельного виробництва;
- скорочення внутрішньомайданчикових перевезень;
- ефективного використання будівельної техніки;
- безпечного пересування працівників і транспорту;
- забезпечення безперервності технологічного процесу;
- дотримання нормативних вимог охорони праці та пожежної безпеки.

На будівельному генеральному плані визначається місце розташування:

- об'єкта будівництва;

- зон роботи баштового крана;
- тимчасових адміністративно-побутових приміщень;
- складських майданчиків;
- зон укрупненого складання конструкцій;
- під'їзних шляхів;
- місць розвантаження матеріалів;
- тимчасових інженерних мереж;
- майданчиків для стоянки техніки;
- пунктів електро- та водопостачання;
- зон підвищеної небезпеки.

Особливістю організації будівельного майданчика для шестиповерхового монолітного житлового будинку є виконання робіт в умовах щільної міської забудови, що вимагає максимально раціонального використання площі майданчика та чіткого розмежування транспортних і пішохідних потоків.

Під час розроблення будівельного генерального плану особлива увага приділяється організації внутрішньомайданчикowego транспорту. На території будівництва передбачаються тимчасові автомобільні дороги із щебеневим покриттям, які забезпечують рух вантажного транспорту та доставку будівельних матеріалів до зон складування й монтажу.

Ширина тимчасових проїздів приймається з урахуванням габаритів транспортних засобів та умов безпечного руху. Для забезпечення маневрування вантажного транспорту передбачаються спеціальні розворотні майданчики та зони розвантаження.

Тимчасові дороги проєктуються з урахуванням таких вимог:

- забезпечення безперервного руху транспорту;
- мінімізація перетину транспортних і пішохідних потоків;
- зменшення довжини транспортних маршрутів;
- забезпечення доступу пожежної техніки;
- стійкість дорожнього покриття до навантажень.

Для безпечного пересування працівників передбачаються окремі пішохідні проходи з твердим покриттям та зовнішнім освітленням. У місцях можливого падіння предметів встановлюються захисні навіси та попереджувальні огорожі.

Центральним елементом будівельного генерального плану є зона роботи баштового крана. При розміщенні крана враховуються:

- габарити будівлі;
- максимальний виліт стріли;
- радіус обслуговування;
- небезпечні зони роботи;
- можливість монтажу всіх конструктивних елементів;
- умови безпечної експлуатації.

Небезпечна зона роботи крана визначається з урахуванням максимального вильоту стріли та можливого відльоту вантажу при аварійній ситуації.

Радіус небезпечної зони визначається за формулою:

$$R_n = L_{\text{стр}} + l_v$$

де:

$L_{\text{стр}}$ - максимальний виліт стріли крана;

l_v - додаткова відстань можливого відльоту вантажу.

У межах небезпечної зони забороняється розміщення тимчасових побутових приміщень та постійне перебування працівників.

Для забезпечення безперервності будівництва на майданчику організуються складські зони відкритого та закритого типу. Відкриті склади призначені для зберігання:

- арматури;
- опалубки;
- залізобетонних конструкцій;
- інертних матеріалів;
- металевих елементів.

Закриті склади використовуються для:

- сухих будівельних сумішей;
- оздоблювальних матеріалів;
- електроінструменту;
- засобів індивідуального захисту;
- лакофарбових матеріалів.

Складські майданчики розміщуються у зоні дії баштового крана, що дозволяє мінімізувати додаткові транспортні операції та скоротити тривалість подачі матеріалів до місця виконання робіт.

- На будівельному майданчику передбачено встановлення тимчасових адміністративно-побутових приміщень:
- контори виконроба;
- диспетчерського пункту;
- гардеробних;
- душових;
- санітарних вузлів;
- приміщення для обігріву та відпочинку працівників;
- медичного пункту;
- пункту охорони.

Розміщення побутових приміщень здійснюється поза межами небезпечних зон роботи вантажопідйомних механізмів із забезпеченням зручного доступу працівників.

Будівельний майданчик забезпечується тимчасовими інженерними мережами:

- електропостачання;
- водопостачання;
- водовідведення;
- зовнішнього освітлення;
- зв'язку.

Тимчасове електропостачання виконується від існуючих міських мереж через інвентарні розподільчі щити. Для захисту електромереж передбачаються автоматичні вимикачі та пристрої захисного відключення.

Тимчасове водопостачання використовується для:

- приготування бетонних сумішей;
- господарсько-побутових потреб;
- миття техніки;
- пожежогасіння.

Для запобігання підтопленню котловану та території будівельного майданчика передбачається система тимчасового водовідведення та дренажу.

Одним із найважливіших елементів будгенплану є організація геодезичного забезпечення будівництва. На території будівельного майданчика створюється геодезична розбивочна основа з винесенням у натуру головних осей будівлі та закріпленням реперів.

Для виконання геодезичних робіт використовуються:

- електронні тахеометри;
- лазерні нівеліри;
- GPS-приймачі;
- цифрові нівеліри.

Під час організації будівельного майданчика особлива увага приділяється заходам охорони праці та пожежної безпеки. Територія будівництва огорожується суцільною інвентарною огорожею із встановленням попереджувальних знаків та інформаційних стендів.

На будівельному майданчику передбачаються:

- пожежні щити;
- резервуари з водою;
- первинні засоби пожежогасіння;
- аварійне освітлення;
- евакуаційні проходи;
- система відеоспостереження.

Для забезпечення безпеки робіт у вечірній час організовується зовнішнє освітлення робочих зон, транспортних шляхів та проходів.

Розроблений будівельний генеральний план забезпечує раціональну організацію будівельного майданчика, ефективне використання виробничих площ, безпечне виконання робіт та безперервність технологічного процесу протягом усього періоду будівництва. Графічна частина будівельного генерального плану наведена у графічній частині кваліфікаційної роботи.

РОЗДІЛ IV

ОХОРОНА ПРАЦІ ПРИ БУДІВНИЦТВІ ЖИТЛОВОГО МОНОЛІТНО-КАРКАСНОГО БУДИНКУ

4.1 Нормативно-правове забезпечення охорони праці та безпеки під час будівництва житлового будинку

Питання охорони праці у будівельній галузі мають особливе значення, оскільки виконання будівельно-монтажних робіт пов'язане з підвищеним рівнем небезпеки, використанням вантажопідіймальних механізмів, електрообладнання, роботою на висоті, виконанням земляних та бетонних процесів, а також одночасним перебуванням значної кількості працівників у межах будівельного майданчика. Забезпечення безпечних умов праці є одним із пріоритетних напрямків організації будівельного виробництва та важливою складовою реалізації будівельного проєкту.

Правове регулювання охорони праці в Україні здійснюється на основі законодавчих та нормативно-правових актів, які встановлюють єдині вимоги щодо забезпечення безпеки працівників, попередження виробничого травматизму, професійних захворювань та виникнення аварійних ситуацій під час виконання будівельних робіт.

Основним законодавчим документом у сфері охорони праці є Закон України «Про охорону праці», який визначає основні принципи державної політики у сфері безпеки праці, права та обов'язки роботодавців і

працівників, порядок організації системи управління охороною праці та відповідальність за порушення вимог безпеки. Закон встановлює пріоритет життя і здоров'я працівника відносно результатів виробничої діяльності та покладає на роботодавця обов'язок створення безпечних і нешкідливих умов праці.

Важливе значення мають також положення Кодексу законів про працю України, який регламентує трудові відносини, тривалість робочого часу, порядок організації праці, забезпечення працівників засобами індивідуального захисту та гарантії працівникам у разі виникнення виробничих ризиків.

Під час організації будівництва житлового будинку враховуються вимоги:

- ДБН А.3.2-2-2009 «Охорона праці і промислова безпека у будівництві»;
- ДБН А.3.1-5:2016 «Організація будівельного виробництва»;
- Правил охорони праці під час виконання робіт на висоті;
- Правил безпечної експлуатації вантажопідіймальних кранів;
- Правил улаштування електроустановок;
- ДСН та ДБН щодо санітарно-гігієнічних умов праці.

Об'єктом проектування є шестиповерховий монолітний житловий будинок із підземним паркінгом, будівництво якого здійснюється в умовах щільної міської забудови. Особливістю такого об'єкта є значний обсяг монолітних бетонних робіт, використання баштового крана, виконання робіт на висоті, наявність глибокого котловану та інтенсивне використання електрифікованого обладнання. Усі зазначені фактори створюють потенційну небезпеку для працівників і потребують впровадження комплексу організаційних та технічних заходів із охорони праці.

Під час виконання будівельно-монтажних робіт основними небезпечними та шкідливими виробничими факторами є:

- падіння працівників із висоти;
- обвалення ґрунту під час виконання земляних робіт;

- травмування вантажами під час роботи вантажопідіймальних механізмів;
- ураження електричним струмом;
- вплив пилу, шуму та вібрації;
- дія несприятливих метеорологічних факторів;
- ризик виникнення пожежі або аварійної ситуації.

З метою зниження рівня виробничого травматизму та попередження надзвичайних ситуацій на будівельному майданчику передбачається впровадження системи управління охороною праці, яка включає:

- проведення вступного та первинного інструктажу;
- навчання працівників безпечним методам виконання робіт;
- перевірку знань з охорони праці;
- медичний огляд працівників;
- контроль технічного стану механізмів;
- забезпечення працівників засобами індивідуального захисту;
- постійний контроль дотримання вимог безпеки.

Працівники будівельного майданчика забезпечуються:

- захисними касками;
- спецодягом;
- захисним взуттям;
- страхувальними поясами;
- рукавицями;
- захисними окулярами;
- сигнальними жилетами.

Особлива увага приділяється організації безпечного виконання робіт на висоті. Робочі місця обладнуються інвентарними огороженнями, захисними настилами та страхувальними системами. Монтаж і демонтаж опалубки, армування перекриттів та бетонування конструкцій виконуються відповідно до затверджених технологічних карт.

Для забезпечення електробезпеки на будівельному майданчику передбачається:

- заземлення електроустановок;
- використання автоматичних вимикачів;
- застосування пристроїв захисного відключення;
- захист кабельних ліній від механічних пошкоджень;
- періодична перевірка стану електрообладнання.

Значна увага приділяється пожежній безпеці будівництва. Територія будівельного майданчика забезпечується:

- пожежними щитами;
- вогнегасниками;
- резервуарами з водою;
- схемами евакуації;
- засобами оповіщення про пожежу.

У межах будівельного майданчика встановлюються попереджувальні знаки безпеки, інформаційні стенди та огороження небезпечних зон. Територія освітлюється відповідно до нормативних вимог, що забезпечує безпечне виконання робіт у темний період доби.

Враховуючи соціально-економічне значення будівництва житлових об'єктів, забезпечення належного рівня охорони праці є не лише нормативною вимогою, а й важливим чинником збереження здоров'я працівників, підвищення продуктивності праці, зменшення економічних втрат від виробничого травматизму та забезпечення стабільного функціонування будівельної організації.

Дотримання законодавчих та нормативних вимог у сфері охорони праці, впровадження сучасних організаційних і технічних рішень, а також постійний контроль за станом безпеки на будівельному майданчику створюють необхідні умови для безпечного та ефективного виконання будівельно-монтажних робіт під час зведення житлового будинку.

4.2 Оцінювання виробничих умов та ідентифікація небезпечних і шкідливих факторів на будівельному майданчику

Під час будівництва багатоповерхового монолітного житлового будинку на працівників будівельного майданчика впливає значна кількість небезпечних і шкідливих виробничих факторів, що можуть призвести до виробничого травматизму, професійних захворювань або виникнення аварійних ситуацій. Аналіз умов праці виконується з урахуванням технологічної послідовності виконання будівельно-монтажних робіт, особливостей застосованої техніки, організації будівельного майданчика та специфіки виконання окремих виробничих процесів.

Будівництво шестиповерхового монолітного житлового будинку включає виконання земляних, бетонних, арматурних, монтажних, зварювальних, вантажопідйомних та опоряджувальних робіт, що супроводжуються дією фізичних, хімічних, психофізіологічних та організаційних небезпечних факторів.

Одним із найбільш небезпечних виробничих факторів є виконання робіт на висоті. Під час бетонування перекриттів, монтажу опалубки, армування конструкцій, встановлення огорожувальних елементів та виконання фасадних робіт існує ризик падіння працівників із висоти. Причиною виникнення небезпеки є відсутність або пошкодження захисних огорожень, порушення правил використання страхувальних систем, слизькі поверхні робочих майданчиків та недостатнє освітлення робочих зон.

Під час роботи баштового крана та виконання вантажопідйомних операцій виникає небезпека травмування працівників вантажами, що переміщуються. Основними причинами небезпеки є:

- перебування працівників у зоні переміщення вантажу;
- порушення правил стропування;
- несправність вантажозахоплювальних пристроїв;
- перевищення допустимої вантажопідйомності крана;
- сильні пориви вітру.

У зоні роботи баштового крана додатково виникає ризик падіння інструменту, елементів опалубки або будівельних матеріалів із висоти.

Під час виконання земляних робіт у котловані присутня небезпека обвалення ґрунту та травмування працівників. Причинами можуть бути:

- недостатнє укріплення укосів;
- перезволоження ґрунту;
- порушення технології розробки котловану;
- надмірне навантаження на край котловану від техніки або складованих матеріалів.

При виконанні бетонних робіт на працівників впливають підвищена вологість, контакт із цементними розчинами та хімічно активними компонентами бетонної суміші, які можуть викликати подразнення шкіри та органів дихання. Крім того, під час роботи глибинних вібраторів виникають підвищені рівні шуму та локальної вібрації.

Рівень шуму на будівельному майданчику формується внаслідок роботи:

- баштового крана;
- компресорних установок;
- електроінструменту;
- зварювального обладнання;
- транспортних засобів;
- бетонозмішувальної техніки.

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

У процесі виконання будівельних робіт фактичний рівень шуму може перевищувати нормативні значення, особливо під час роботи ударного та вібраційного обладнання.

Під час проведення електрозварювальних робіт виникає небезпека:

- ураження електричним струмом;
- впливу ультрафіолетового випромінювання;
- утворення шкідливих газів і аерозолів;

- виникнення пожежі.

Причинами небезпеки можуть бути несправність електрообладнання, пошкодження ізоляції кабелів, відсутність заземлення та недотримання вимог електробезпеки.

На будівельному майданчику також присутні пилові забруднення повітря, які утворюються під час:

- різання будівельних матеріалів;
- виконання штукатурних робіт;
- приготування будівельних сумішей;
- переміщення сипучих матеріалів;
- роботи транспорту на тимчасових дорогах.

Підвищена концентрація пилу негативно впливає на органи дихання працівників та може призвести до професійних захворювань.

Особливу увагу необхідно приділити психофізіологічним факторам виробничого середовища. До них належать:

- фізичне перевантаження;
- нервово-емоційна напруга;
- монотонність окремих процесів;
- робота в обмежених умовах;
- несприятливі погодні умови;
- підвищена відповідальність під час виконання монтажних операцій.

Під час виконання робіт у зимовий період додатково виникає вплив низьких температур, підвищеної вологості та ожеледиці, що збільшує ризик травматизму.

Аналіз виробничих умов показав, що основними небезпечними та шкідливими факторами на об'єкті будівництва є:

- робота на висоті;
- вантажопідйомні операції;
- небезпека обвалення ґрунту;
- підвищений рівень шуму та вібрації;

- пилові забруднення;
- небезпека ураження електричним струмом;
- несприятливі метеорологічні умови;
- значні фізичні навантаження.

Порівняння фактичних умов праці з нормативними вимогами свідчить про необхідність впровадження комплексу організаційних та технічних заходів, спрямованих на зниження впливу небезпечних і шкідливих виробничих факторів. Значна частина ризиків може бути суттєво зменшена шляхом:

- застосування засобів індивідуального захисту;
- встановлення захисних огорожень;
- механізації важких процесів;
- організації безпечних зон роботи;
- контролю технічного стану обладнання;
- проведення систематичних інструктажів;
- дотримання технологічної дисципліни.

Проведений аналіз умов праці дозволив визначити основні джерела виробничої небезпеки на будівельному майданчику та сформувавши перелік першочергових заходів щодо покращення умов праці, зниження рівня виробничого травматизму та забезпечення безпечного виконання будівельно-монтажних робіт.

4.3 Оцінювання професійних ризиків та аналіз імовірності виникнення небезпечних ситуацій під час будівництва

Під час виконання будівельно-монтажних робіт на об'єкті будівництва шестиповерхового монолітного житлового будинку існує значна кількість небезпечних та шкідливих виробничих факторів, які можуть призвести до травмування працівників, аварійних ситуацій або пошкодження будівельних конструкцій. Для визначення ступеня небезпеки виробничих процесів та розроблення ефективних заходів захисту виконується оцінювання професійних ризиків із використанням матричного методу аналізу ризиків.

Методика оцінювання ризику базується на визначенні:

- категорії серйозності небезпеки;
- рівня ймовірності виникнення небезпечної події;
- індексу ризику;
- ступеня припустимості ризику.

Категорії серйозності небезпеки визначаються залежно від можливих наслідків для працівників, будівельних конструкцій та виробничого процесу.

Таблиця 4.3.1 – Категорії серйозності небезпеки

Вид небезпеки	Категорія	Характеристика наслідків
Катастрофічна	I	Смерть працівника або повне руйнування системи
Критична	II	Серйозна травма, стійке професійне захворювання, значне пошкодження обладнання
Гранична	III	Незначна травма, короткочасне захворювання, локальне пошкодження системи
Незначна	IV	Малозначні пошкодження або незначне погіршення стану здоров'я

Для визначення ступеня ризику також враховується ймовірність виникнення небезпечної події.

Таблиця 4.3.2 – Рівні ймовірності виникнення небезпеки

Вид	Рівень	Характеристика
Часта	A	Подія може виникати регулярно
Можлива	B	Подія може повторюватися декілька разів
Випадкова	C	Подія може іноді виникати
Віддалена	D	Малоймовірна, але можлива подія
Неймовірна	E	Практично неможлива подія

На основі поєднання категорії небезпеки та рівня її ймовірності визначається індекс ризику за матрицею оцінювання ризиків.

Таблиця 4.3 – Матриця оцінювання ризику

Частота події	I	II	III	IV
A Часто	1A	2A	3A	4A
B Можливо	1B	2B	3B	4B
C Час від часу	1C	2C	3C	4C
D Віддалено	1D	2D	3D	4D
E Неймовірно	1E	2E	3E	4E

Відповідно до прийнятої методики оцінювання:

1A, 1B, 1C, 2A, 2B, 3A — неприпустимий ризик;

1D, 2C, 2D, 3B, 3C — небажаний ризик;

1E, 2E, 3D, 3E, 4A, 4B — припустимий ризик із контролем;

4C, 4D, 4E — припустимий ризик без додаткових заходів.

Під час аналізу умов праці на будівельному майданчику були визначені найбільш характерні небезпеки, пов'язані з виконанням монолітних будівельно-монтажних робіт.

Однією з найбільш небезпечних ситуацій є падіння працівника з висоти під час монтажу опалубки та бетонування перекриттів. У результаті падіння можливі тяжкі травми або смертельні наслідки.

Таблиця 4.3.4 – Оцінювання ризику падіння працівника з висоти

Показник	Характеристика
Категорія небезпеки	I – катастрофічна
Ймовірність	C – випадкова
Індекс ризику	1C
Рівень ризику	Неприпустимий

Причинами виникнення небезпеки можуть бути:

- відсутність захисних огорожень;
- несправність риштувань;
- порушення правил використання страхувальних поясів;
- слизькі поверхні;
- недостатнє освітлення.

Для зменшення ризику необхідно:

- використовувати інвентарні огороження;
- застосовувати страхувальні системи;
- проводити перевірку риштувань;
- організувати постійний контроль виконання висотних робіт;
- забезпечити працівників засобами індивідуального захисту.

Наступною небезпекою є ураження працівника електричним струмом під час роботи з електроінструментом або зварювальним обладнанням.

Таблиця 4.3.5 – Оцінювання ризику ураження електричним струмом

Показник	Характеристика
Категорія небезпеки	II – критична
Ймовірність	D – віддалена
Індекс ризику	2D
Рівень ризику	Небажаний

Причинами виникнення небезпеки є:

- пошкодження ізоляції кабелів;
- відсутність заземлення;
- робота у вологих умовах;
- несправність електрообладнання.

Для зниження ризику необхідно:

- виконувати регулярну перевірку електромереж;
- використовувати захисне заземлення;
- застосовувати пристрої захисного відключення;
- проводити інструктажі з електробезпеки;

Під час роботи баштового крана існує небезпека падіння вантажу.

Таблиця 4.3.6 – Оцінювання ризику падіння вантажу під час роботи крана

Показник	Характеристика
Категорія небезпеки	II – критична
Ймовірність	C – випадкова
Індекс ризику	2C
Рівень ризику	Небажаний

Основними причинами небезпеки є:

- неправильне стропування;
- несправність вантажозахоплювальних пристроїв;
- перевантаження крана;
- перебування працівників у небезпечній зоні.

Для мінімізації ризику необхідно:

- виконувати стропування тільки атестованими стропальниками;
- проводити технічний огляд крана;
- встановити попереджувальні огороження;
- заборонити перебування людей під вантажем.

Під час виконання земляних робіт у котловані існує ризик обвалення ґрунту.

Таблиця 4.3.7 – Оцінювання ризику обвалення ґрунту

Показник	Характеристика
Категорія небезпеки	II – критична
Ймовірність	D – віддалена
Індекс ризику	2D
Рівень ризику	Небажаний

Причинами можуть бути:

- порушення технології розробки котловану;
- відсутність кріплення укосів;
- надмірне зволоження ґрунту;
- перевантаження країв котловану.

Для зниження ризику необхідно:

- виконувати укріплення укосів;
- організувати водовідведення;
- обмежити рух техніки поблизу котловану;
- проводити постійний геотехнічний контроль.

Під час виконання бетонних і оздоблювальних робіт на працівників впливають шум, пил та вібрація.

Таблиця 4.3.8 – Оцінювання ризику впливу шуму та пилу

Показник	Характеристика
Категорія небезпеки	III – гранична
Ймовірність	B – можлива
Індекс ризику	3B
Рівень ризику	Небажаний

Для зменшення впливу шкідливих факторів необхідно:

- використовувати засоби захисту органів слуху та дихання;
- застосовувати обладнання зі зниженим рівнем шуму;
- проводити зволоження робочих зон;
- обмежувати тривалість перебування працівників у зоні підвищеного шуму.

Проведений аналіз ризиків показав, що найбільш небезпечними процесами на будівельному майданчику є:

- роботи на висоті;
- вантажопідйомні операції;
- експлуатація електрообладнання;
- земляні роботи;
- робота з механізованим інструментом.

Для більшості визначених небезпек рівень ризику є небажаним або неприпустимим, тому виникає необхідність впровадження комплексу організаційно-технічних заходів щодо зниження виробничого ризику до припустимого рівня.

Проведене оцінювання професійних ризиків дозволило встановити найбільш небезпечні виробничі процеси, визначити рівень ризику реалізації потенційних небезпек та сформулювати основу для розроблення ефективних заходів щодо покращення умов праці та підвищення рівня безпеки на будівельному майданчику.

4.4 Розроблення організаційно-технічних заходів щодо підвищення рівня безпеки та покращення умов праці на будівельному майданчику

Під час будівництва шестиповерхового монолітного житлового будинку значна частина виробничих процесів супроводжується впливом небезпечних та шкідливих факторів, рівень яких за результатами проведеного аналізу ризиків віднесений до небажаного або неприпустимого. У зв'язку з цим виникає необхідність розроблення комплексу організаційних, технологічних, технічних та архітектурно-планувальних заходів, спрямованих на зниження

виробничого ризику, покращення умов праці та забезпечення безпечного виконання будівельно-монтажних робіт.

Основною метою впровадження заходів з охорони праці є:

- попередження виробничого травматизму;
- зниження професійної захворюваності;
- усунення або мінімізація небезпечних виробничих факторів;
- забезпечення безпечної експлуатації будівельної техніки;
- створення безпечних і комфортних умов праці;
- запобігання виникненню аварійних ситуацій.

Організаційні заходи охорони праці є основою системи управління безпекою на будівельному майданчику. До початку виконання робіт усі працівники проходять:

- вступний інструктаж;
- первинний інструктаж на робочому місці;
- повторний інструктаж;
- позаплановий інструктаж у разі зміни технології робіт;
- перевірку знань з охорони праці.

Працівники, які виконують роботи підвищеної небезпеки, допускаються до роботи лише за наявності:

- відповідного посвідчення;
- медичного огляду;
- спеціального навчання;
- перевірки професійної кваліфікації.

Для забезпечення безпечної організації праці на будівельному майданчику розробляються:

- технологічні карти;
- проекти виконання робіт;
- інструкції з охорони праці;
- схеми руху транспорту;
- схеми стропування вантажів;

- плани евакуації працівників.

На території будівельного майданчика встановлюються:

- попереджувальні знаки безпеки;
- сигнальні огороження;
- інформаційні стенди;
- покажчики напрямку руху;
- знаки обмеження небезпечних зон.

Небезпечні ділянки території огорожуються відповідно до вимог нормативних документів. Особлива увага приділяється зонам роботи баштового крана, місцям виконання висотних робіт та ділянкам розробки котловану.

Для забезпечення безпечної організації праці встановлюється раціональний режим праці та відпочинку працівників. Тривалість робочої зміни визначається відповідно до трудового законодавства та враховує:

- важкість виконуваних робіт;
- метеорологічні умови;
- рівень фізичного навантаження;
- рівень шуму та вібрації;
- сезонність виконання робіт.

У літній період передбачаються додаткові технологічні перерви для запобігання перегріванню працівників, а в зимовий період організуються приміщення для обігріву персоналу.

Значна увага приділяється ергономічній організації робочих місць. Робочі зони повинні забезпечувати:

- зручне розташування інструменту;
- безпечне переміщення працівників;
- достатню освітленість;
- вільний доступ до аварійних виходів;
- мінімізацію зайвих фізичних навантажень.

Для виконання робіт на висоті передбачаються спеціальні технічні заходи безпеки. Усі робочі майданчики, риштування та перекриття обладнуються інвентарними огороженнями висотою не менше: $h=1.1$ м.

Працівники, які виконують висотні роботи, забезпечуються:

- страхувальними поясами;
- запобіжними канатами;
- захисними касками;
- спеціальним взуттям із неслизькою підошвою.

Монтаж і демонтаж опалубки здійснюється відповідно до затверджених технологічних карт із дотриманням вимог безпечного виконання робіт на висоті.

Для запобігання падінню предметів із висоти передбачаються:

- захисні козирки;
- сигнальні огороження;
- обмеження доступу сторонніх осіб;
- організація небезпечних зон.

Особливу небезпеку на будівельному майданчику становлять вантажопідйомні роботи. Для забезпечення безпечної експлуатації баштового крана передбачається:

- проведення технічного огляду крана;
- перевірка вантажозахоплювальних пристроїв;
- контроль справності обмежувачів вантажопідйомності;
- організація радіозв'язку між машиністом крана та стропальником;
- заборона переміщення вантажів над людьми.

Робота баштового крана дозволяється лише при швидкості вітру, що не перевищує нормативних значень: $V \leq 15$ м/с.

- Для зменшення ризику обвалення ґрунту під час виконання земляних робіт передбачається:
- укріплення укосів котловану;
- влаштування тимчасового дренажу;

- контроль стану ґрунтів;
- обмеження навантаження поблизу краю котловану;
- заборона перебування працівників у небезпечних зонах під час роботи техніки.

Одним із важливих напрямків покращення умов праці є нормалізація параметрів мікроклімату робочої зони. Під час виконання будівельних робіт у холодний період року передбачаються:

- приміщення для обігріву;
- утеплені побутові модулі;
- забезпечення працівників теплим спецодягом;
- скорочення часу перебування на відкритому повітрі.

У теплий період року організовуються:

- навіси для захисту від сонячного випромінювання;
- місця для відпочинку;
- забезпечення працівників питною водою;
- регламентовані перерви.

Для зниження рівня шуму та вібрації застосовуються:

- сучасні механізми зі зниженими шумовими характеристиками;
- віброізоляційні прокладки;
- дистанційне керування обладнанням;
- технічне обслуговування механізмів.

Допустимий рівень шуму на робочих місцях не повинен перевищувати:

$L=80$ дБ.

Працівники, які працюють у зоні підвищеного шуму, забезпечуються засобами індивідуального захисту органів слуху:

- навушниками;
- протишумовими вкладишами.

Для боротьби із запиленістю повітря передбачаються:

- зволоження робочих зон;
- використання пиловловлювального обладнання;

- механізоване прибирання;
- застосування респіраторів.

Особлива увага приділяється забезпеченню нормативного рівня освітлення робочих місць. Будівельний майданчик обладнується системою тимчасового освітлення, яка забезпечує:

- освітлення проходів;
- освітлення робочих зон;
- аварійне освітлення;
- освітлення складських майданчиків.

Розрахунковий рівень освітленості робочої зони повинен відповідати нормативним вимогам: $E \geq 50$ лк.

Для забезпечення електробезпеки на будівельному майданчику передбачаються:

- заземлення електрообладнання;
- використання автоматичних вимикачів;
- встановлення пристроїв захисного відключення;
- ізоляція струмопровідних елементів;
- регулярний контроль стану кабельних мереж.

Електричні кабелі прокладаються у спеціальних захисних коробах або підвішуються над рівнем проходів і проїздів для запобігання механічним пошкодженням.

З метою пожежної безпеки будівельний майданчик оснащується:

- вогнегасниками;
- пожежними щитами;
- резервуарами з водою;
- ящиками з піском;
- системою оповіщення про пожежу.

Місця проведення зварювальних робіт обладнуються:

- захисними екранами;
- вентиляцією;

- засобами пожежогасіння.

Для зниження впливу електромагнітних випромінювань передбачається дотримання нормативних відстаней від електрообладнання та силових кабелів, а також застосування екранування окремих електротехнічних пристроїв.

Важливим напрямком підвищення безпеки є постійний виробничий контроль за дотриманням вимог охорони праці. Контроль здійснюють:

- виконроб;
- інженер з охорони праці;
- відповідальні особи за безпечне виконання робіт;
- служба технічного нагляду.

Впровадження комплексу організаційних, технічних та санітарно-гігієнічних заходів дозволяє суттєво знизити рівень професійних ризиків, покращити умови праці, забезпечити безпечне виконання будівельно-монтажних робіт та привести виробниче середовище у відповідність до вимог чинних нормативних документів з охорони праці.

4.5 Узагальнення результатів дослідження з охорони праці та безпеки будівельного виробництва

У розділі «Охорона праці» було проведено комплексний аналіз умов праці під час будівництва шестиповерхового монолітного житлового будинку та розроблено систему організаційно-технічних заходів, спрямованих на підвищення рівня безпеки працівників, зниження виробничого травматизму та покращення санітарно-гігієнічних умов праці на будівельному майданчику.

Основною метою розділу було дослідження потенційно небезпечних та шкідливих виробничих факторів, оцінювання професійних ризиків під час виконання будівельно-монтажних робіт, а також розроблення заходів щодо мінімізації їх негативного впливу на працівників та виробниче середовище.

У процесі виконання розділу було проведено аналіз чинної нормативно-правової бази у сфері охорони праці та безпеки життєдіяльності, що

регламентує організацію безпечного будівельного виробництва. Визначено основні вимоги законодавства щодо забезпечення безпечних умов праці, експлуатації будівельної техніки, організації робочих місць та виконання робіт підвищеної небезпеки.

Під час аналізу умов праці на будівельному майданчику встановлено основні небезпечні та шкідливі виробничі фактори, серед яких:

- виконання робіт на висоті;
- експлуатація вантажопідійомних механізмів;
- небезпека ураження електричним струмом;
- підвищений рівень шуму та вібрації;
- пилові забруднення повітря;
- ризик обвалення ґрунту під час земляних робіт;
- несприятливі метеорологічні умови.

На основі матричного методу оцінювання ризиків було визначено рівень небезпеки окремих виробничих процесів та встановлено, що найбільш небезпечними є:

- висотні роботи;
- вантажопідійомні операції;
- робота з електрообладнанням;
- виконання земляних робіт у котловані.

За результатами проведеного аналізу розроблено комплекс організаційних, технічних та санітарно-гігієнічних заходів, спрямованих на зниження рівня професійного ризику та покращення умов праці. До основних запропонованих рішень належать:

- організація системи інструктажів та навчання працівників;
- забезпечення персоналу засобами індивідуального захисту;
- встановлення інвентарних огорожень і захисних конструкцій;
- впровадження заходів електробезпеки;
- організація безпечної експлуатації баштового крана;
- забезпечення нормативного освітлення робочих зон;

- зниження рівня шуму та запиленості;
- нормалізація параметрів мікроклімату;
- впровадження заходів пожежної безпеки;
- організація постійного контролю за станом охорони праці.

Запропоновані заходи дозволяють суттєво зменшити ймовірність виникнення нещасних випадків, забезпечити відповідність умов праці чинним нормативним вимогам та створити безпечне виробниче середовище для працівників будівельного майданчика.

Реалізація розроблених рішень сприятиме:

- підвищенню рівня виробничої безпеки;
- зменшенню професійного травматизму;
- покращенню санітарно-гігієнічних умов праці;
- підвищенню продуктивності праці;
- забезпеченню безперервності будівельного процесу;
- дотриманню вимог чинного законодавства з охорони праці.

Таким чином, виконаний комплекс заходів з охорони праці забезпечує створення безпечних та ефективних умов виконання будівельно-монтажних робіт під час зведення житлового будинку, а також сприяє підвищенню загального рівня організації будівельного виробництва.

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.