

**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 10-ПОВЕРХОВОГО ЦЕГЛЯНОГО БУДИНКУ
У ХАРКОВІ**

Розробив: студ. IV курсу, групи ХарПЦБ 2022-13
спеціальності 192 - Будівництво та цивільна інженерія
ОПІ «Промислове та цивільне будівництво»

Ткачов Сергій Миколайович 

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

Рецензент: доц. Братішко С.М. 

2026 рік

**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.

ЗАВДАННЯ

ДО ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ БАКАЛАВРА

ТКАЧОВУ СЕРГІЮ МИКОЛАЙОВИЧУ

Спеціальність: *192 - Будівництво та цивільна інженерія*

Освітньо-професійна програма: *Промислове та цивільне будівництво*

Тема кваліфікаційної роботи: *Зведення 10-поверхового цегляного будинку у Харкові* затверджена наказом ректора ХНУМГ ім. О. М. Бекетова №187-03 від 27.02.2026 р.

Термін подання завершеної роботи на кафедру “12” червня 2026 р.






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

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

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

- архітектурно-будівельна частина: *фасади; плани; розріз будинку; генплан.*
- розрахунково-конструктивна частина: *багатопустотна залізобетонна плита перекриття ;опалубочне креслення; армування; специфікації; інженерно-геологічний розріз; схема розташування палі; армування палі; розрізи.*
- технологічні рішення та організація будівництва: *технологічна карта на улаштування фундаменту; будгенплан.*

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		
	Розрахунок надземної частини об'єкту	доц. Савченко О.І.	
3. Технологічні рішення та організація будівництва	доц. Савченко О.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	01.05.26-25.05.26	<i>виконано</i>
2. Розрахунково-конструктивна частина	27.05.26-17.05.26	<i>виконано</i>
3. Технологічні рішення та організація будівництва	19.05.26-29.05.26	<i>виконано</i>
4. Охорона праці	02.06.26-08.06.26	<i>виконано</i>

Керівник кваліфікаційної роботи



доц. Савченко О.І.

Завдання прийняв до виконання



Ткачов С.М.

Дата видачі завдання “01”травня 2026 р.

ЗМІСТ

Розділ 1. Архітектурно-будівельна частина.....	5
1.1 Архітектурно-планувальна організація генерального плану житлової забудови.....	5
1.2 Архітектурно-планувальна характеристика житлової будівлі.....	7
1.3 Конструктивна характеристика та інженерно-технічні рішення будівлі	10
1.4 Теплотехнічне обґрунтування зовнішньої огорожувальної конструкції.....	14
1.5 Інженерне забезпечення та санітарно-технічне оснащення житлового будинку.....	16
Розділ 2. Розрахунково-конструктивна частина	19
2.1 Розрахунок підземної частини 10-поверхового цегляного будинку.....	19
2.2 Розрахунок надземної частини 10-поверхового цегляного будинку	31
Розділ 3. Технологічні рішення та організація будівництва.....	34
Розділ 4 Охорона праці при зведенні цегляної будівлі.....	57
Список використаних джерел.....	72

РОЗДІЛ І

АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Архітектурно-планувальна організація генерального плану житлової забудови

Проектом передбачається будівництво десятиповерхового багатоквартирного житлового будинку на 60 квартир у межах житлового мікрорайону м. Харкова. Земельна ділянка розташована в зоні сформованої міської забудови та входить до структури перспективного житлового кварталу, який розробляється відповідно до містобудівної документації населеного пункту. При формуванні генерального плану враховано вимоги чинних нормативних документів щодо інсоляції, санітарно-побутових розривів, транспортного забезпечення, благоустрою території та безпечної експлуатації житлового середовища.

Площа території мікрорайону становить 4,65 га. Планувальна структура забудови сформована з урахуванням функціонального зонування території, організації транспортних і пішохідних зв'язків, а також створення комфортних умов проживання населення. На території мікрорайону передбачено розміщення житлових будинків різної поверховості, майданчиків для відпочинку та господарських потреб, автостоянок і елементів благоустрою.

У межах території проектування розташовуються такі об'єкти:

- десятиповерховий житловий будинок цегляної конструктивної схеми;
- шістнадцятиповерховий монолітний житловий будинок;
- два дев'ятиповерхові житлові будинки з цегляними несучими конструкціями;
- чотирнадцятиповерховий житловий будинок;
- шістнадцятиповерховий панельний житловий будинок;
- монолітний житловий будинок висотою 10 поверхів;
- відкриті автостоянки для тимчасового зберігання легкових автомобілів;
- дитячий ігровий майданчик;
- майданчики для відпочинку мешканців;

- господарський майданчик для побутових потреб населення.

Планувальні рішення генерального плану прийняті з урахуванням природно-кліматичних умов району будівництва. Орієнтація житлових будинків виконана відповідно до переважаючих напрямків вітру, що сприяє покращенню аерації території та зменшенню негативного впливу несприятливих атмосферних явищ. Для м. Харкова характерними є північно-західні та західні напрямки вітру в зимовий період, а також північні й західні вітри влітку. Врахування цих факторів дозволяє забезпечити належний мікроклімат прибудинкової території.

Під час розроблення генерального плану значна увага приділена забезпеченню нормативної інсоляції житлових приміщень. Взаємне розташування будинків прийнято таким чином, щоб тривалість безперервного сонячного освітлення квартир і прибудинкових територій відповідала вимогам державних будівельних норм. Це створює сприятливі санітарно-гігієнічні умови проживання та покращує комфорт мешканців.

Транспортне обслуговування території здійснюється через систему внутрішньоквартальних проїздів, які пов'язані з існуючою вулично-дорожньою мережею міста. Ширина проїздів та пішохідних доріжок прийнята відповідно до вимог нормативних документів щодо забезпечення безпечного руху транспорту і пішоходів. Передбачено можливість під'їзду пожежної та спеціальної техніки до всіх будівель мікрорайону.

На території житлової забудови запроєктовано комплекс заходів із благоустрою та озеленення. Передбачено висадження декоративних дерев, кущів, улаштування газонів та зон відпочинку для населення. Озеленення виконує не лише естетичну функцію, але й сприяє покращенню мікроклімату, зменшенню рівня шуму та запиленості повітря.

Відведення поверхневих атмосферних вод здійснюється за допомогою системи вертикального планування та мережі дощової каналізації. Поздовжні та поперечні ухили покриттів забезпечують організований відвід дощових і талих вод за межі забудови, що запобігає застою води на території.

Основні техніко-економічні показники генерального плану визначаються такими розрахунками.

Загальна площа території мікрорайону:

$$F_{\text{тер}}=186,0 \times 250,0=46500 \text{ м}^2=4,65 \text{ га}$$

Площа забудови:

$$F_{\text{буд}}=496,04+400,00+600,00+500,00+400,00+607,50=3003,54 \text{ м}^2$$

Площа дорожнього покриття та тротуарів:

$$F_{\text{дор}}=6037,06+2343,03=8380,09 \text{ м}^2$$

Площа озеленення території:

$$F_{\text{оз}}=F_{\text{тер}} - F_{\text{буд}} - F_{\text{дор}}=46500-3003,54-8380,09=35116,37 \text{ м}^2$$

Коефіцієнт озеленення території:

$$K_{\text{оз}}=F_{\text{оз}}/F_{\text{тер}} \times 100\%=35116,37/46500 \times 100\%=75,5\%$$

Щільність забудови:

$$K_{\text{заб}}=F_{\text{буд}}/F_{\text{тер}} \times 100\%=3003,54/46500 \times 100\%=6,5\%$$

Коефіцієнт використання території:

$$K_{\text{тер}}=(F_{\text{буд}}+F_{\text{дор}})/F_{\text{тер}} \times 100\%=(3003,54+8380,09)/46500 \times 100\%=24,5\%$$

Прийняті рішення генерального плану забезпечують раціональне використання території житлового мікрорайону, нормативні санітарно-гігієнічні умови проживання населення, ефективну організацію транспортного обслуговування та достатній рівень благоустрою. Проектні рішення відповідають сучасним вимогам містобудування, архітектури та експлуатаційної безпеки житлової забудови.

1.2 Архітектурно-планувальна характеристика житлової будівлі

Об'ємно-планувальні рішення житлового будинку розроблені з урахуванням сучасних вимог до багатоквартирного житла, нормативних показників комфортності та ефективного використання внутрішнього простору. Під час проектування основна увага приділялася забезпеченню раціонального функціонального зонування квартир, створенню сприятливих умов проживання мешканців, а також дотриманню вимог чинних будівельних

норм щодо інсоляції, природного освітлення, вентиляції та евакуаційної безпеки.

Проектований житловий будинок є десятиповерховою односекційною спорудою прямокутної форми у плані. Конструктивна та планувальна схема будівлі забезпечує просторову жорсткість, зручність експлуатації та економічність будівництва. Планувальна структура поверхів сформована таким чином, щоб забезпечити компактне розташування квартир при збереженні необхідного рівня комфорту та нормативних площ приміщень.

Будівля має один під'їзд із вертикальним комунікаційним вузлом, до складу якого входять сходові клітка та ліфтовий хол. Планувальне рішення забезпечує зручний доступ до квартир і безпечну евакуацію мешканців у разі виникнення аварійних ситуацій. Для сполучення між поверхами передбачено пасажирський ліфт та сходову клітку закритого типу.

Координаційні осі будівлі прийняті відповідно до конструктивної схеми споруди. Крок між основними поперечними осями становить 6,5 м. Відстані між поздовжніми координаційними осями складають 3,25; 2,87; 2,21; 2,85; 0,92; 1,57; 0,64; 0,45; 1,12; 4,03 та 3,12 м. Таке планувальне рішення дозволяє забезпечити оптимальне розташування житлових кімнат, кухонь, санітарно-побутових приміщень та інженерних комунікацій.

Висота типового поверху прийнята 2,8 м, що відповідає нормативним вимогам до житлових будівель і забезпечує комфортні умови перебування людей у приміщеннях. Під будівлею передбачено технічне підпілля висотою 2,2 м, призначене для розміщення інженерних мереж, трубопроводів та комунікацій. Наявність технічного підпілля покращує умови експлуатації будівлі та забезпечує доступ до інженерних систем під час проведення ремонтних і профілактичних робіт.

За умовну відмітку $\pm 0,000$ прийнято рівень чистої підлоги першого поверху, який відповідає позначці сходової площадки головного входу до будівлі. Планувальні відмітки поверхів і конструктивних елементів узгоджені

з вертикальним плануванням території та забезпечують організоване водовідведення від будівлі.

У будинку запроєктовано 60 квартир різного типу, що дозволяє забезпечити потреби різних категорій населення. До складу квартирного фонду входять:

- однокімнатні квартири — 10 шт.;
- двокімнатні квартири — 40 шт.;
- трикімнатні квартири — 10 шт.

Планувальні рішення квартир передбачають функціональне розділення житлової та господарської зон. У складі квартир передбачено житлові кімнати, кухні, санітарні вузли, передпокої, лоджії та допоміжні приміщення. Орієнтація квартир забезпечує нормативний рівень природного освітлення та сприятливі умови інсоляції.

Основні техніко-економічні показники об'ємно-планувального рішення будівлі мають такі значення.

Сумарна житлова площа будинку:

$$F_{\text{житл}}=1797,9 \text{ м}^2$$

Загальна корисна площа:

$$F_{\text{кор}}=3389,9 \text{ м}^2$$

Площа забудови:

$$F_{\text{заб}}=371,8 \text{ м}^2$$

Будівельний об'єм підземної частини:

$$V_{\text{підз}}=1091,2 \text{ м}^3$$

Будівельний об'єм надземної частини:

$$V_{\text{надз}}=15594,41 \text{ м}^3$$

Загальний будівельний об'єм:

$$V_{\text{заг}}=16686,61 \text{ м}^3$$

Площинний коефіцієнт ефективності планувального рішення:

$$K1 = F_{\text{житл}}/F_{\text{кор}} = 1797,9/3389,9 = 0,53$$

Об'ємний коефіцієнт будівлі:

$$K2 = V_{\text{заг}}/F_{\text{житл}} = 16686,61/1797,9 = 9,28$$

Прийняті об'ємно-планувальні рішення забезпечують раціональне використання площі будівлі, належний рівень комфортності житла та ефективність функціонального зонування. Проєкт відповідає сучасним архітектурним і експлуатаційним вимогам, а також створює сприятливі умови для проживання мешканців.

1.2 Конструктивна характеристика та інженерно-технічні рішення будівлі

Конструктивні рішення проєктованого житлового будинку прийняті з урахуванням вимог надійності, довговічності, просторової жорсткості та експлуатаційної безпеки споруди. Під час розроблення конструктивної схеми враховано інженерно-геологічні умови будівельного майданчика, архітектурно-планувальні особливості будівлі, а також сучасні вимоги до енергоефективності та комфортності житлових споруд.

Конструктивна схема будівлі прийнята з поперечними несучими стінами, які забезпечують сприйняття вертикальних навантажень від перекриттів, покриття та власної ваги конструкцій, а також горизонтальних навантажень від вітрових впливів. Просторова жорсткість будівлі забезпечується сумісною роботою несучих стін, плит перекриття та елементів сходово-ліфтового вузла, що утворюють єдину жорстку систему. Така схема забезпечує стійкість будинку, зменшує деформації конструкцій та підвищує експлуатаційну надійність споруди.

Основою будівлі слугують природні ґрунти, представлені дрібними пісками з достатньою несучою здатністю. Даний тип ґрунту характеризується задовільними деформаційними властивостями та забезпечує ефективне передавання навантаження від фундаментів на основу. Підготовка основи виконана відповідно до вимог нормативних документів з урахуванням глибини промерзання ґрунту, рівня ґрунтових вод та інженерно-геологічних умов майданчика будівництва.

Фундаменти будівлі прийняті палювими із застосуванням залізобетонних паль із бетону класу С25/30. Використання пальових фундаментів обумовлене

необхідністю передавання навантажень на більш щільні та стійкі шари ґрунту. Для об'єднання паль у єдину конструктивну систему передбачено монолітний залізобетонний ростверк, який забезпечує рівномірний розподіл навантажень між палями та підвищує просторову жорсткість фундаментної частини будівлі.

Стіни технічного підпілля виконані зі збірних бетонних фундаментних блоків заводського виготовлення. Для захисту конструкцій від проникнення ґрунтової вологи зовнішні поверхні стін покриваються двошаровою бітумною гідроізоляцією. Додатково передбачено горизонтальну гідроізоляцію в місцях спирання стін на фундаменти, що запобігає капілярному підсосу вологи у надземні конструкції. Внутрішні поверхні стін підпілля оштукатурюються цементно-піщаним розчином.

Зовнішні стіни будівлі виконуються з керамічної цегли розміром $250 \times 120 \times 65$ мм на цементно-піщаному розчині марки М75-М100. Для забезпечення нормативного опору теплопередачі та підвищення енергоефективності будівлі передбачено утеплення фасадів мінераловатними плитами товщиною 110 мм із подальшим улаштуванням захисно-декоративного шару. Конструкція зовнішніх стін забезпечує необхідні показники міцності, теплоізоляції та звукоізоляції. Для підвищення тріщиностійкості кладки в горизонтальних швах передбачено армування зварними металевими сітками в місцях концентрації напружень та на рівні перекриттів.

Внутрішні несучі стіни виконані з керамічної цегли товщиною 380 мм. У місцях розташування санітарно-технічних вузлів товщина стін збільшується до 640 мм для розміщення вентиляційних каналів та інженерних комунікацій. Вентиляційні канали прийняті перерізом 140×140 мм та 510×250 мм залежно від функціонального призначення системи вентиляції.

Для перекриття дверних і віконних прорізів застосовуються збірні залізобетонні перемички брускового типу. Перемички забезпечують сприйняття навантажень від ділянок стін і перекриттів, розташованих над прорізами, та передають їх на несучі конструкції. Мінімальна довжина

спирання перемичок прийнята відповідно до нормативних вимог і становить не менше 125 мм для ненесучих та 250 мм для несучих конструкцій.

Міжповерхові перекриття виконані зі збірних багатопустотних залізобетонних плит товщиною 220 мм із важкого бетону класу С30/35. Конструкція плит забезпечує необхідну несучу здатність, жорсткість і звукоізоляційні характеристики. Спирання плит перекриття здійснюється на несучі стіни з двох сторін. Для об'єднання плит у спільну просторову систему передбачено зварювання монтажних петель та анкерування плит до зовнішніх стін. Розрахункове тимчасове навантаження на перекриття прийняте 4,5 кПа.

Внутрішні перегородки виконуються із силікатної цегли марки М75 товщиною 88 мм. У санітарно-технічних приміщеннях застосовується керамічна цегла товщиною 65 мм, що має підвищену вологостійкість. Такі конструкції забезпечують достатню звукоізоляцію між приміщеннями та зручність прокладання інженерних мереж.

Віконні блоки прийняті металопластиковими з двокамерними енергозберігальними склопакетами. Використання сучасних віконних систем забезпечує необхідний рівень природного освітлення приміщень, герметичність та зменшення тепловтрат у холодний період року.

Вхідні та міжкімнатні двері прийняті дерев'яними або металевими залежно від функціонального призначення приміщення. Кріплення дверних коробок до стін виконується за допомогою анкерних елементів та закладних деталей. Двері евакуаційних виходів відкриваються у напрямку виходу з будівлі відповідно до вимог пожежної безпеки.

Покриття підлог у житлових кімнатах, коридорах і кухнях виконуються з паркетної дошки або ламінованих матеріалів по вирівнювальній цементно-піщаній стяжці. У санітарних вузлах, ванних кімнатах та на балконах передбачено влаштування керамічної плитки з гідроізоляційним шаром. Таке рішення забезпечує довговічність покриттів та зручність експлуатації приміщень.

Покриття будівлі влаштовується по монолітних залізобетонних плитах над холодним горищем. Конструкція покриття забезпечує захист приміщень від атмосферних впливів, сприяє збереженню тепла та створює необхідні умови для нормальної експлуатації будівлі.

Для забезпечення санітарно-побутових умов експлуатації житлової будівлі передбачено сміттєпровід, розташований у межах сходово-ліфтового вузла. Стовбур сміттєпроводу виконаний з азбестоцементних труб діаметром 400 мм. На першому поверсі розміщується сміттекамера, обладнана водопроводом та системою очищення контейнерів.

Сходові марші та площадки виконуються зі збірних залізобетонних елементів. Ширина маршів становить 1200 мм, ухил сходів прийнятий 1:2, що відповідає вимогам безпечної експлуатації житлових будівель. Для безпеки пересування сходи обладнані металевими огороженнями з поручнями висотою 1,0 м. Нормативне навантаження на сходові конструкції становить 3,5 кПа.

У будівлі передбачено встановлення вантажопасажирських ліфтів вантажопідйомністю 400 кг. Ліфтові шахти виконуються зі збірних залізобетонних елементів, що забезпечують необхідну жорсткість та пожежну безпеку конструкції. Ліфтове обладнання забезпечує комфортне вертикальне переміщення мешканців і відповідає сучасним вимогам експлуатаційної безпеки.

Прийняті конструктивні та інженерно-технічні рішення забезпечують надійність, довговічність, енергоефективність і комфортність житлової будівлі. Конструктивна схема споруди відповідає сучасним вимогам будівництва та створює необхідні умови для безпечної експлуатації будинку протягом нормативного терміну служби.

1.4 Теплотехнічне обґрунтування зовнішньої огорожувальної конструкції

Теплотехнічний розрахунок зовнішньої огорожувальної конструкції виконується з метою визначення відповідності стіни вимогам сучасних

нормативів енергоефективності та забезпечення належного рівня теплозахисту житлової будівлі. Розрахунок проведено відповідно до вимог ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель» для умов будівництва у місті Харкові, яке належить до I температурної зони України.

Під час визначення теплотехнічних характеристик враховано конструкцію зовнішньої стіни, фізико-механічні властивості матеріалів, а також нормативні значення коефіцієнтів тепловіддачі внутрішньої та зовнішньої поверхонь конструкції.

Вихідні дані для розрахунку:

- місце будівництва – м. Харків;
- температурна зона – I;
- режим вологості приміщення – нормальний;
- нормативний мінімальний опір теплопередачі зовнішньої стіни:

$$R_{qmin} = 4,0 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}.$$

Конструкція зовнішньої стіни складається з таких шарів:

1. Зовнішня штукатурка товщиною 20 мм;
2. Шар мінераловатного утеплювача товщиною 130 мм;
3. Несуча стіна із силікатної цегли товщиною 510 мм.

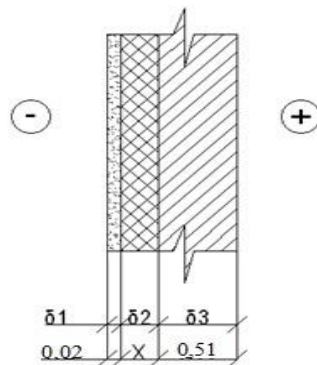


Рисунок 1.4.1- Схема конструкції зовнішньої стіни
Коефіцієнти тепловіддачі поверхонь:

$$\alpha_{вн} = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C});$$

$$\alpha_{зовн} = 23,0 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C}).$$

Опір теплопередачі внутрішньої поверхні:

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

Опір теплопередачі шару зовнішньої штукатурки:
 $R_{штк} = \delta / \lambda = 0,02 / 0,76 = 0,026 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$

Опір теплопередачі шару утеплювача:
 $R_{ут} = 0,15 / 0,04 = 3,75 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$

Опір теплопередачі шару силікатної цегли:
 $R_{цег} = 0,51 / 0,87 = 0,586 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$

Опір теплопередачі зовнішньої поверхні:
 $R_{зовн} = 1 / 23,0 = 0,043 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$

Загальний опір теплопередачі конструкції:
 $R_{\Sigma} = 0,115 + 0,026 + 3,75 + 0,586 + 0,043 = 4,52 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$

Отримане значення загального опору теплопередачі зовнішньої стіни становить $R_{\Sigma} = 4,52 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$, що перевищує мінімально допустиме нормативне значення $R_{qmin} = 4,0 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ для I температурної зони України.

Результати розрахунку свідчать про те, що прийнята конструкція зовнішньої стіни забезпечує необхідний рівень енергоефективності та відповідає сучасним вимогам теплозахисту житлових будівель. Використання мінераловатного утеплювача товщиною 150 мм дозволяє суттєво зменшити тепловтрати через огорожувальні конструкції, покращити мікроклімат приміщень та знизити витрати на опалення будівлі.

Запропонована конструкція зовнішньої стіни може бути рекомендована для застосування у проєкті багатоквартирного житлового будинку в умовах м. Харкова.

1.5 Інженерне забезпечення та санітарно-технічне оснащення житлового будинку

Інженерне та санітарно-технічне обладнання багатоповерхового житлового будинку запроектоване відповідно до сучасних вимог щодо енергоефективності, експлуатаційної надійності, безпеки та комфортності

проживання населення. Під час розроблення інженерних систем враховано вимоги чинних державних будівельних норм, санітарних правил та нормативних документів у сфері водопостачання, водовідведення, теплопостачання, вентиляції, електропостачання та пожежної безпеки.

Проектом передбачено комплексне інженерне забезпечення будівлі, що включає системи холодного та гарячого водопостачання, господарсько-побутову каналізацію, опалення, вентиляцію, електропостачання, слабкоструміві мережі, ліфтове обладнання та систему протипожежного захисту. Усі системи взаємопов'язані між собою та забезпечують стабільне функціонування житлового будинку в процесі експлуатації.

Система господарсько-питного водопостачання передбачена централізованою з підключенням до міських інженерних мереж. Введення водопроводу в будівлю здійснюється через вузол обліку води, обладнаний запірною арматурою, фільтрами очищення та водолічильниками. Внутрішні мережі водопостачання виконуються з поліпропіленових або металополімерних труб, які характеризуються корозійною стійкістю, довговічністю та простотою монтажу. Для забезпечення зручності експлуатації передбачено встановлення запірної арматури на стояках та можливість відключення окремих ділянок мережі без припинення подачі води до всієї будівлі.

Гаряче водопостачання передбачається від централізованої системи теплопостачання або дахової котельні залежно від умов підключення до міських мереж. Для забезпечення рівномірної подачі гарячої води система обладнується циркуляційними трубопроводами. У квартирах передбачено встановлення індивідуальних приладів обліку споживання гарячої та холодної води.

Водовідведення в будівлі здійснюється через систему внутрішньої господарсько-побутової каналізації. Каналізаційні стоки від санітарно-технічних приладів самопливом відводяться до вертикальних стояків, а далі через випуски до зовнішньої міської каналізаційної мережі. Для монтажу

внутрішніх мереж використовуються полімерні труби з підвищеними шумоізоляційними характеристиками. Каналізаційні стояки вентилюються через фанові труби, виведені вище рівня покрівлі, що забезпечує стабільну роботу системи та запобігає виникненню неприємних запахів у приміщеннях.

Система опалення житлового будинку прийнята водяною з примусовою циркуляцією теплоносія. Джерелом теплопостачання є централізована теплова мережа або автономна дахова котельня. У будівлі передбачено розподіл теплової енергії через індивідуальні теплові пункти або поверхові вузли регулювання. Нагрівальними приладами є сталеві або біметалеві радіатори, обладнані терморегуляторами для підтримання комфортного температурного режиму в приміщеннях. Для обліку споживання теплової енергії встановлюються теплолічильники.

Вентиляція житлових приміщень передбачена природною через вентиляційні канали, розташовані у кухнях, ванних кімнатах та санітарних вузлах. Надходження свіжого повітря забезпечується через віконні провітрювачі або припливні клапани, встановлені у зовнішніх огорожувальних конструкціях. У технічних приміщеннях, електрощитових, ліфтових шахтах та інших спеціальних зонах передбачено механічну припливно-витяжну вентиляцію. Вентиляційні канали виводяться вище рівня покрівлі з урахуванням аеродинамічних вимог та нормативних відстаней.

Електропостачання будівлі здійснюється від міської трансформаторної підстанції через ввідно-розподільчий пристрій. Електричні мережі будівлі поділяються на силові та освітлювальні. На кожному поверсі передбачено поверхові електрощити для розподілу електроенергії між квартирами. У квартирах встановлюються автоматичні вимикачі, пристрої захисного відключення та індивідуальні електролічильники. Електропроводка виконується приховано у стінах, перекриттях або в захисних гофрованих трубах із негорючих матеріалів.

Для забезпечення сучасного рівня комфорту та інформаційного забезпечення мешканців проектом передбачені слабкострумові системи.

Ліфтове обладнання будівлі забезпечує комфортне вертикальне переміщення мешканців і відповідає вимогам доступності для маломобільних груп населення. У житловій секції передбачено встановлення пасажирського або вантажопасажирського ліфта вантажопідйомністю 400-630 кг. Ліфти обладнані системою плавного пуску та зупинки, аварійним освітленням, диспетчерським зв'язком і системою резервного живлення у випадку аварійного вимкнення електроенергії.

Особлива увага у проєкті приділена забезпеченню пожежної безпеки будівлі. Передбачено комплекс протипожежних заходів, до складу яких входять:

- автоматична пожежна сигналізація;
- система оповіщення та управління евакуацією людей;
- внутрішній протипожежний водопровід із пожежними кранами;
- резервне електроживлення систем пожежного захисту;
- система димовидалення та протидимного захисту;
- вогнестійкі кабельні лінії для аварійних систем.

Для евакуації людей у разі пожежі передбачено сходові клітки, які відповідають вимогам пожежної безпеки та забезпечують безпечний вихід мешканців із будівлі. Усі інженерні системи проєктуються з урахуванням вимог енергоефективності, надійності та довговічності експлуатації.

Таким чином, запроектоване санітарно-технічне та інженерне обладнання забезпечує комфортні умови проживання, безпечну експлуатацію житлового будинку та ефективне функціонування всіх інженерних систем протягом нормативного терміну служби будівлі.

РОЗДІЛ II

РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНА

ЧАСТИНА

2.1. Розрахунок підземної частини 10-поверхового цегляного будинку

2.1.1 Аналіз інженерно-геологічних умов та оцінка ґрунтової основи будівельного майданчика

Перед початком проєктування фундаментів і підземної частини будівлі було виконано аналіз інженерно-геологічних умов будівельного майданчика. Оцінка фізико-механічних характеристик ґрунтів дозволяє визначити несучу здатність основи, можливі деформації та доцільність використання окремих шарів ґрунту як природної основи фундаментів.

За результатами інженерно-геологічних вишукувань у межах майданчика встановлено декілька інженерно-геологічних елементів, представлених насипними ґрунтами, суглинками, пісками та глинами. Для кожного шару виконано визначення основних характеристик ґрунтів: числа пластичності, показника текучості, коефіцієнта пористості та ступеня водонасичення.

Для глинистих ґрунтів основними показниками є число пластичності та показник текучості.

Число пластичності визначається за формулою:

$$I_p = W_L - W_P$$

де:

W_L — вологість на межі текучості;

W_P — вологість на межі розкочування.

Показник текучості визначається за залежністю:

$$I_L = W - W_P / I_p$$

де:

W — природна вологість ґрунту;

I_p — число пластичності.

Для піщаних ґрунтів оцінюється коефіцієнт пористості:

$$e = (\gamma_s(1+w) / \gamma) - 1$$

де:

γ_s — питома вага твердих частинок ґрунту;

w — природна вологість;

γ — об'ємна вага ґрунту.

Ступінь водонасичення піску визначається за формулою:

$$Sr = w \cdot \gamma_s / e \cdot \gamma_w$$

де:

γ_w — питома вага води, що приймається рівною 10 кН/м³.

Другий інженерно-геологічний шар представлений суглинком. За результатами розрахунків число пластичності становить:

$$Ip = 0,11$$

Показник текучості:

$$I_L = -0,09$$

Оскільки значення показника текучості менше нуля, ґрунт характеризується твердим станом. Даний шар належить до просідаючих ґрунтів, тому його використання як природної основи є недоцільним.

Третій шар представлений суглинком м'якопластичної консистенції. Для нього отримано:

$$Ip = 0,05$$

та показник текучості:

$$I_L = 0,6$$

Оскільки значення показника текучості знаходиться в межах: $0,5 \leq I_L \leq 0,75$ даний ґрунт відноситься до м'якопластичних суглинків, які характеризуються підвищеною стисливістю та недостатньою несучою здатністю для безпосереднього спирання фундаментів.

Четвертий шар представлений дрібним піском. Для нього визначено коефіцієнт пористості: $e = 0,7$ та ступінь водонасичення: $Sr = 1,14$.

Отримані характеристики свідчать про те, що пісок знаходиться у водонасиченому стані та має середню щільність. Незважаючи на наявність ґрунтових вод, даний шар характеризується достатньою несучою здатністю і може використовуватися як надійна основа для пальових фундаментів.

П'ятий шар представлений твердою глиною. Для цього шару отримано:

$$Ip = 0,32 \text{ та показник текучості: } I_L = -0,2.$$

При значенні: $IL \leq 0$ глина відноситься до твердих ґрунтів, що характеризуються високою міцністю та незначною стисливістю.

Характеристики ґрунтів будівельного майданчика наведені у таблиці 2.1.1.1.

Таблиця 2.1.1.1 - Характеристики ґрунтів будівельного майданчика

№ шару	e	Sr	Ip	IL	Характеристика ґрунту	Можливість використання
1	–	–	–	–	Насипний ґрунт	Не рекомендується
2	–	–	0,11	- 0,09	Суглинок твердий (просідаючий)	Не рекомендується
3	–	–	0,05	0,60	Суглинок м'якопластичний	Не рекомендується
4	0,7	1,14	–	–	Пісок дрібний середньої щільності	Рекомендується
5	–	–	0,32	- 0,20	Глина тверда	Рекомендується

Проведений аналіз інженерно-геологічних умов показав, що найбільш придатним для використання як природної основи є четвертий шар — дрібний пісок середньої щільності. Саме на цей шар передбачається передавання навантаження від фундаментів будівлі.

Для забезпечення необхідної несучої здатності та зменшення нерівномірних осідань прийнято пальовий фундамент. Занурення паль у несучий шар ґрунту передбачається на глибину 1,0 м, що забезпечує надійну роботу фундаментної системи та стабільність будівлі під час експлуатації.

2.1.2 Визначення та аналіз навантажень на фундаментні конструкції

Одним із основних етапів проєктування фундаментів є визначення навантажень, які передаються від надземної частини будівлі на основу. Збір навантажень виконується відповідно до вимог чинних нормативних документів з урахуванням постійних, тимчасових та кліматичних

навантажень.

До складу постійних навантажень входить власна вага покриття, перекриттів, стін, перегородок та інших конструктивних елементів будівлі. Тимчасові навантаження включають корисне навантаження від експлуатації приміщень та снігове навантаження.

Розрахункове навантаження визначається за формулою:

$$q = q_n \cdot \gamma_f$$

де:

q_n – нормативне навантаження;

γ_f – коефіцієнт надійності за навантаженням.

Таблиця 2.1.2.1 – Вага покриття

№	Найменування конструкції	Нормативне	γ_f	Розрахункове
1	Захисний шар із гравію	1,20	1,3	1,56
2	Полімерна мембрана	0,05	1,2	0,06
3	2 шари руберойду	0,09	1,2	0,108
4	Цементно-піщана стяжка	0,60	1,3	0,78
5	З/б плита покриття	5,50	1,1	6,05
	Всього			8,56

Таблиця 2.1.2.2 – Вага горищного перекриття

№	Найменування конструкції	Нормативне	γ_f	Розрахункове
1	Цементно-піщана стяжка	0,60	1,3	0,78
2	Пароізоляційна плівка	0,04	1,2	0,048
3	Мінераловатний	1,20	1,2	1,44

	утеплювач			
4	Цементно-піщана стяжка	0,60	1,3	0,78
5	З/б плита перекриття	5,50	1,1	6,05
	Всього			9,10

Таблиця 2.1.2.3 – Вага міжповерхового перекриття

№	Найменування конструкції	Нормативне	γ_f	Розрахункове
1	Паркет на мастиці	0,08	1,1	0,088
2	Водостійка фанера	0,35	1,2	0,42
3	Цементно-піщана стяжка	0,60	1,3	0,78
4	З/б плита перекриття	5,50	1,1	6,05
	Всього			7,34

Таблиця 2.1.2.4 – Вага підвального перекриття

№	Найменування конструкції	Нормативне	γ_f	Розрахункове
1	Цементно-піщаний розчин	0,20	1,3	0,26
2	Пароізоляція	0,04	1,2	0,048
3	Мінераловатний утеплювач	0,60	1,1	0,66
4	Пароізоляція	0,04	1,2	0,048
5	З/б плита перекриття	5,50	1,1	6,05
	Всього			7,07

Вантажна площа для зовнішньої стіни:

$$A_z = [1 - (d_{зовн} + d_{вн}) / 2] \cdot b / 2$$

Вантажна площа для внутрішньої стіни:

$$A_{вн} = [1 - (d_{зовн} + d_{вн}) / 2] \cdot 1$$

Снігове навантаження визначається за формулою:

$$S = S_0 \cdot \mu \cdot \gamma_f$$

Для району будівництва:

$$S = 1,0 \cdot 1,6 \cdot 0,8 = 1,28 \text{ кН/м}^2$$

Таблиця 2.1.2.5 – Навантаження на фундаменти

Вид навантаження	Норм. зовн.	Норм. внутр.	γ_f	Розр. зовн.	Розр. внутр.
Вага покриття	133,96	50,85	1,2	160,75	61,02
Вага перекриттів	1236,58	479,60	1,1	1389,94	527,56
Вага стін	21,57	21,34	1,1	23,73	23,47
Вага перегородок	153,76	58,36	1,3	199,89	75,87
Снігове навантаження	20,30	7,60	1,4	28,42	10,64
Корисне навантаження	19,95	7,57	1,1	21,95	10,60
Всього	1613,12	626,66		1824,68	709,16

Проведений збір навантажень дозволив визначити сумарні розрахункові зусилля, що передаються на фундаментні конструкції від надземної частини будівлі. Отримані результати використовуються для подальшого розрахунку фундаментів та перевірки несучої здатності ґрунтової основи.

2.1.3 Розрахункове обґрунтування пальового фундаменту

Для проєктованого житлового будинку прийнято пальовий фундамент, оскільки верхні шари ґрунту не забезпечують достатньої надійності для безпосереднього спирання фундаментних конструкцій. За результатами аналізу інженерно-геологічних умов несучим шаром прийнято четвертий інженерно-геологічний елемент, представлений дрібним піском середньої щільності у водонасиченому стані. Передавання навантаження на цей шар дозволяє зменшити нерівномірні осідання та забезпечити стійкість будівлі в процесі експлуатації.

Для фундаменту прийнято забивні залізобетонні палі типу С70.30-6, виготовлені з бетону класу С25/30. Поперечний переріз палі становить 300×300 мм, довжина палі 7,0 м. Глибина закладання ростверку від рівня

підлоги підвалу приймається $d_p = 0,6$ м, а від рівня планувальної поверхні землі $d_1 = 3,5$ м. Сполучення палі з ростверком приймається нежорстким, тому розрахункова довжина палі дорівнює її конструктивній довжині.

На першому етапі визначається несуча здатність одиночної палі за ґрунтом основи. Розрахунок виконується з урахуванням опору ґрунту під нижнім кінцем палі та опору ґрунту по її бічній поверхні.

Несуча здатність одиночної палі визначається за формулою:

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

де γ_c — коефіцієнт умов роботи палі в ґрунті, приймається $\gamma_c = 1,0$; $\gamma_c R$ — коефіцієнт умов роботи ґрунту під нижнім кінцем палі; R — розрахунковий опір ґрунту під нижнім кінцем палі, кПа; A — площа поперечного перерізу палі, м²; U — периметр поперечного перерізу палі, м; γ_{cf} — коефіцієнт умов роботи ґрунту на бічній поверхні палі; f_i — розрахунковий опір i -го шару ґрунту по бічній поверхні палі, кПа; h_i — товщина i -го шару ґрунту, що контактує з боковою поверхнею палі, м.

Площа спірання палі на ґрунт становить:

$$A = 0,30 \cdot 0,30 = 0,09 \text{ м}^2$$

Периметр поперечного перерізу палі:

$$U = 2(0,30 + 0,30) = 1,20 \text{ м} \quad U = 2(0,30 + 0,30) = 1,20 \text{ м} \quad U = 2(0,30 + 0,30) = 1,20 \text{ м}$$

Розрахунковий опір ґрунту під нижнім кінцем палі для прийнятого несучого шару становить:

$$R = 2600 \text{ кПа} \quad R = 2600 \text{ кПа} \quad R = 2600 \text{ кПа}$$

Опір ґрунту по бічній поверхні палі визначається з урахуванням напруженого стану ґрунту, кута внутрішнього тертя, питомого зчеплення та коефіцієнта Пуассона. Для окремих шарів розрахунковий опір по бічній поверхні може бути визначений за залежністю:

$$I_L = \frac{0,9 \cdot e \cdot \frac{\gamma_w}{\gamma_s} - w_p}{w_L - w_p} = \frac{0,9 \cdot 0,9875 \cdot \frac{10}{26,5} - 0,21}{0,32 - 0,21} = 1,14$$

де e — коефіцієнт пористості ґрунту природної щільності,

γ_w – об'ємна вага води, $\gamma_w = 10 \text{ кН/м}^3$;

γ_s – об'ємна вага часток ґрунту, кН/м^3 ;

w_L, w_p – вологість на межі текучості і розкочування відповідно.

Якщо ґрунт є водонасиченим просідаючим, розрахункові характеристики необхідно уточнювати з урахуванням показника текучості. При значенні $IL > 1$ опір ґрунту по бічній поверхні палі не враховується, оскільки такий ґрунт не забезпечує достатньої взаємодії з боковою поверхнею палі.

Результати визначення розрахункового опору ґрунту по бічній поверхні палі наведено в таблиці 2.1.3.1.

Таблиця 2.1.3.1 — Визначення розрахункового опору ґрунту по бічній поверхні палі

№	Шар	h, м	z, м	φ, град	c, кПа	v	f _i , кПа	f _i ·h _i , кПа·м
1	3	0,6	6,0	22	20	0,37	31,00	18,60
2	3	1,0	6,8	22	20	0,37	34,05	34,05
3	3	1,0	7,8	22	20	0,37	35,25	35,25
4	3	1,0	8,8	22	20	0,37	36,19	36,19
5	4	1,0	9,8	28	3	0,30	45,80	45,80
							Разом	169,89

Тоді несуча здатність одиночної палі за ґрунтом основи визначається так:

$$F_d = 1,0(1,0 \cdot 2600 \cdot 0,09 + 1,20 \cdot 184,18)$$

$$F_d = 234,0 + 221,02 = 455,02 \text{ кН}$$

Отже, розрахункова несуча здатність однієї палі типу С70.30-6 становить приблизно 455 кН.

Для подальшого розрахунку необхідно визначити крок паль під зовнішніми та внутрішніми несучими стінами. Крок паль призначається з умови, щоб навантаження, яке припадає на одну палю, не перевищувало її розрахункову несучу здатність.

Крок палі для стрічкового пального фундаменту визначається за формулою:

$$a = F_d \cdot N_a, \text{ де}$$

a — розрахунковий крок палі, м;

F_d — несуча здатність однієї палі, кН;

N — розрахункове навантаження на 1 погонний метр фундаменту, кН/м.

Для зовнішньої несучої стіни розрахункове навантаження становить:

$$N_{\text{зовн}} = 346,24 \text{ кН/м}$$

Тоді крок палі під зовнішню стіну:

$$a_{\text{зовн}} = 455,02 / 346,24 = 1,31 \text{ м}$$

З урахуванням конструктивних вимог приймаємо розміщення палі під зовнішніми стінами в один ряд із кроком 1,3 м.

Для внутрішньої несучої стіни розрахункове навантаження становить:

$$N_{\text{вн}} = 709,16 \text{ кН/м}$$

Оскільки навантаження на внутрішню стіну є більшим, палі доцільно розташовувати у два ряди. У цьому випадку навантаження розподіляється між двома рядами палі:

$$N_{\text{ряд}} = 709,16 / 2 = 354,58 \text{ кН/м}$$

Крок палі в одному ряду під внутрішню стіну становить:

$$a_{\text{вн}} = 455,02 / 354,58 = 1,28 \text{ м}$$

З конструктивних міркувань для внутрішніх несучих стін приймаємо дворядне розташування палі із кроком 1,2 м або 1,25 м залежно від прив'язки до осей будівлі та розмірів ростверку.

За результатами розрахунку прийнято паливий фундамент із забивних залізобетонних палі С70.30-6 перерізом 300×300 мм. Несуча здатність однієї палі становить орієнтовно 455 кН. Під зовнішніми стінами палі розміщуються в один ряд із кроком 1,3 м, а під внутрішніми несучими стінами — у два ряди з кроком приблизно 1,2–1,25 м. Прийняте рішення забезпечує передавання навантажень від будівлі на несучий шар ґрунту та створює умови для надійної роботи фундаментної системи.

2.1.4 Перевірка деформацій та розрахунок осідання пального фундаменту

Після визначення несучої здатності пального фундаменту необхідно виконати перевірку основи за деформаціями. Основною метою даного розрахунку є визначення очікуваного осідання фундаменту та перевірка його відповідності нормативним вимогам. Осідання фундаменту не повинно перевищувати гранично допустимих значень, встановлених нормативними документами для багатопверхових житлових будівель.

Розрахунок осідання пального фундаменту виконується методом умовного фундаменту. При цьому паливий фундамент розглядається як умовний масив ґрунту з певними геометричними характеристиками, через який навантаження передається на основу.

На першому етапі визначається середнє значення кута внутрішнього тертя ґрунтів, які прорізає палля.

Середнє значення кута внутрішнього тертя визначається за формулою:

$$\varphi_{\text{сер}} = \frac{\sum \varphi_i \cdot h_i}{\sum h_i}$$

де:

φ_i - кут внутрішнього тертя i -го шару ґрунту;

h_i - товщина шару ґрунту, що контактує з боковою поверхнею палі.

Після підстановки значень отримуємо осереднене значення кута внутрішнього тертя ґрунтів: $\varphi_{\text{сер}} = 24,8^\circ$.

Для подальшого розрахунку визначаються геометричні параметри умовного фундаменту.

Ширина умовного фундаменту під внутрішні несучі стіни визначається за формулою: $b_k = u + 2b$

де:

u - відстань між крайніми паллями;

b - ширина палі.

При:

$u = 0,9$ м,

$$b=0,30 \text{ м}$$

одержимо:

$$b_k=0,9+2 \times 0,30=1,50 \text{ м}$$

Для зовнішніх стін ширина умовного фундаменту становить:

$$b_{k3}=1,20 \text{ м}$$

Наступним етапом є визначення нормативної ваги паль.

Нормативна вага паль визначається за формулою:

$$G_{пн}=n(L_{св} \cdot G_{п,1} + G_{остр})$$

де:

n — кількість паль;

$L_{св}$ — довжина палі;

$G_{п,1}$ — вага одного погонного метра палі;

$G_{остр}$ — вага вістря палі.

При:

$$L_{св}=7,0 \text{ м},$$

$$G_{п,1}=2,2 \text{ кН/м},$$

$$G_{остр}=0,5 \text{ кН}$$

$$\text{одержимо: } G_{пн}=n(7,0 \cdot 2,2 + 0,5)=15,9n \text{ кН}$$

Нормативна вага ґрунту в межах умовного фундаменту визначається за об'ємом ґрунтового масиву та його питомою вагою.

Середній тиск під подошвою умовного фундаменту визначається залежністю:

$$P = N_n + G_{рн} + G_{пн} + G_{ґрнде} / A_{ум}$$

N_n - нормативне вертикальне навантаження на фундамент;

$G_{рн}$ - нормативна вага ростверку;

$G_{пн}$ - нормативна вага паль;

$G_{ґрнде}$ - нормативна вага ґрунту;

$A_{ум}$ - площа умовного фундаменту.

У результаті розрахунку середній тиск під подошвою фундаменту становить: $P=401,56 \text{ кПа}$

Для перевірки працездатності основи визначається розрахунковий опір ґрунту під подошвою умовного фундаменту.

Розрахунковий опір ґрунту:

$$R=1237,48 \text{ кПа}$$

Перевіряємо виконання умови міцності основи:

$$P=401,56 \text{ кПа} < R=1237,48 \text{ кПа}$$

Умова виконується, отже несуча здатність основи забезпечена.

Далі виконується визначення вертикальних напружень у ґрунтовому масиві від власної ваги ґрунту та навантаження від фундаменту. Розрахунок проводиться для меж окремих інженерно-геологічних шарів:

- на рівні подошви ростверку;
- на межі другого та третього шару;
- на межі третього та четвертого шару;
- на рівні подошви умовного фундаменту;
- на межі четвертого та п'ятого шару;
- на межі п'ятого шару.

Товщина елементарного шару приймається: $h=1,0$ м.

Безпосередньо під подошвою фундаменту вертикальне напруження становить:

$$\sigma_{zp}(0)=P=401,56 \text{ кПа}$$

Результати визначення напружень та осідання фундаменту наведені у таблиці 2.1.4.1.

Таблиця 2.1.4.1 — Розрахунок осідання пального фундаменту

h, м	z, м	$\xi = \frac{z}{b}$	α	σ_{zp} , кПа	σ_{zp} ср, кПа	$\xi_k = \frac{z}{bk}$	α_k	$\sigma_{z\gamma}$, кПа	$\sigma_{z\gamma}$ ср, кПа	E, кПа	S, м
0	0	0	1,000	401,56	—	0	1,000	171,01	—	28000	0
1	1	1,333	0,555	222,87	312,21	0,71	0,836	142,96	156,99	28000	0,00228
1	2	2,667	0,230	92,36	157,61	1,43	0,516	88,19	115,58	28000	0,00012

h, м	z, м	$\xi =$ 2z/b	α	$\sigma_{zp},$ кПа	$\sigma_{zp\text{ ср}},$ кПа	$\xi_k =$ 2z/bk	α_k	$\sigma_{zy},$ кПа	$\sigma_{zy\text{ ср}},$ кПа	E, кПа	S, м
1	3	4,000	0,108	43,37	67,86	2,14	0,308	52,72	70,46	25000	-0,00030

Сумарне осідання фундаменту становить:

$$S=2,1 \text{ мм}$$

Гранично допустиме осідання для багатоповерхового житлового будинку:

$$S_u=12 \text{ см}=120 \text{ мм}$$

Перевіряємо виконання нормативної умови: $S=2,1 \text{ мм} < S_u=120 \text{ мм}$

Отримане значення осідання значно менше допустимого, що свідчить про достатню жорсткість фундаментної системи та сприятливі умови роботи ґрунтової основи.

Результати розрахунку підтверджують, що прийнятий пальовий фундамент забезпечує необхідну несучу здатність та допустимі деформації основи. Прийняте конструктивне рішення відповідає вимогам надійності та може бути рекомендоване для подальшого проєктування житлової будівлі.

2.2 Розрахунок надземної частини 10-поверхового цегляного будинку

2.2.1 Розрахунок та конструювання багатопустотної плити перекриття

Відповідно до завдання на виконання кваліфікаційної роботи бакалавра необхідно виконати конструктивний розрахунок одного збірного залізобетонного елемента перекриття. Як розрахунковий елемент прийнято багатопустотну попередньо напружену плиту перекриття типу ПК63.15-6 А800, що розташована між першим та другим поверхами житлової будівлі.

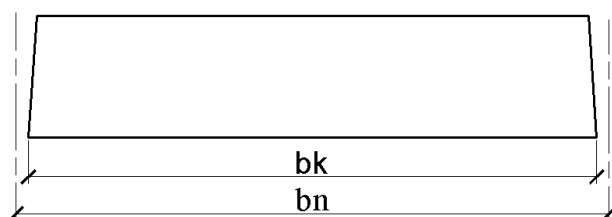
Застосування багатопустотних плит у житловому будівництві є доцільним завдяки їх високій несучій здатності, відносно невеликій власній вазі,

індустріальності виготовлення та добрим показникам звукоізоляції. Наявність поздовжніх пустот дозволяє зменшити витрати бетону та знизити навантаження на несучі конструкції і фундаменти будівлі.

Плита працює як однопролітний згинальний елемент, який спирається на несучі стіни з двох сторін. Основними навантаженнями для плити є власна вага конструкції, вага підлоги, перегородок та тимчасове експлуатаційне навантаження.

Таблиця 2.2.1.1 Загальні характеристики плити перекриття

Параметр	Значення
Тип плити	ПК63.15-6
Номінальна довжина	6280 мм
Розрахунковий проліт	6200 мм
Номінальна ширина	1490 мм
Конструктивна ширина	1500 мм
Висота плити	220 мм
Клас бетону	C16/20
Клас попередньо напруженої арматури	A800
Клас монтажної арматури	A240C
Клас дротяної арматури	Вр-I
Спосіб натягу арматури	електротермічний
Відмітка верху плити	+2,800 м



b_k – конструктивна ширина (з урахуванням швів чи інших конструкцій);
 b_n – номінальна ширина.

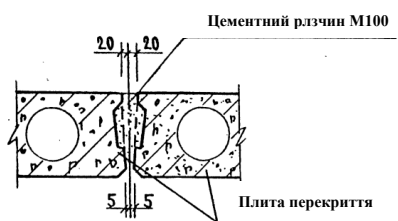


Рисунок 2.2.1.1 - Ширина та стик в плиті перекриття

Конструктивна ширина плити визначається з урахуванням монтажних швів між суміжними плитами та забезпечує надійне спільне функціонування елементів перекриття.

2.2.2 Визначення навантажень на плиту перекриття

На першому етапі виконується збір постійних та тимчасових навантажень, що діють на плиту перекриття.

До постійних навантажень відносяться:

- власна вага плити;
- вага конструкції підлоги;
- вага перегородок.

До тимчасових навантажень належать експлуатаційні навантаження від перебування людей, меблів та обладнання.

Власна вага плити: $g_1=3,2 \text{ кН/м}^2$

Навантаження від конструкції підлоги: $g_2=1,2 \text{ кН/м}^2$

Навантаження від перегородок: $g_3=1,0 \text{ кН/м}^2$

Сумарне постійне навантаження: $g=3,2+1,2+1,0=5,4 \text{ кН/м}^2$

Тимчасове експлуатаційне навантаження для житлових приміщень приймається: $q_{\text{tim}}=2,0 \text{ кН/м}^2$.

Повне нормативне навантаження на плиту: $q_n=5,4+2,0=7,4 \text{ кН/м}^2$

Розрахункове навантаження визначається з урахуванням коефіцієнтів надійності: $q=10,02 \text{ кН/м}^2$.

Для подальшого розрахунку навантаження приводиться до погонного значення з урахуванням ширини плити:

$$q_1=q \cdot b=10,02 \cdot 1,49=14,93 \text{ кН/м}$$

Визначення максимального згинального моменту

Оскільки плита працює як однопролітна балка, максимальний згинальний момент визначається за формулою: $M = q \cdot l_0^2 / 8$

де:

q_1 - розрахункове навантаження на 1 погонний метр плити;

l_0 - розрахунковий проліт плити.

Підставляємо значення: $M=14,93 \cdot 6,2^2/8=71,69$ кН/ м

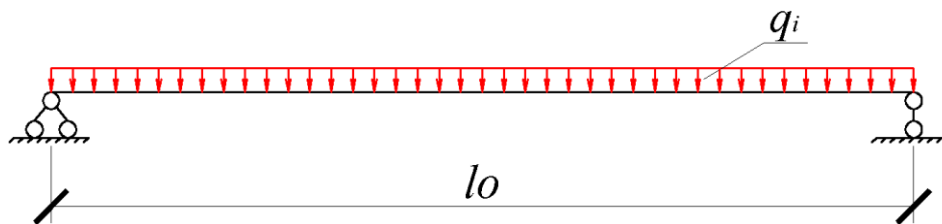


Рисунок 2.2.2.1 - Розрахункова схема плити перекриття

Визначення поперечної сили

Максимальна поперечна сила визначається залежністю:

$$Q=q_l \cdot l_0/2$$

Тоді:

$$Q=14,93 \cdot 6,2/2=46,28$$
 кН

Конструктивне армування плити

Для попереднього напруження плити використовується високоміцна арматура класу А800 діаметром 6-9 мм. Попереднє напруження арматури виконується електротермічним способом, що забезпечує підвищення тріщиностійкості та зменшення прогинів плити під навантаженням.

У верхній стиснутій зоні плити передбачається встановлення арматурної сітки з дротяної арматури класу Вр-І, яка забезпечує сприйняття температурно-усадкових деформацій та підвищує просторову жорсткість елемента.

Таблиця 2.2.2.1 — Характеристики дротяної арматури класу Вр-І

Клас арматури	Діаметр, мм	Характеристичний опір, МПа	Розрахунковий опір розтягу поздовжньої арматури, МПа	Розрахунковий опір поперечної арматури, МПа
Вр-І	3	410	375	270 (300)
Вр-І	4	405	365	265 (295)
Вр-І	5	395	360	260 (290)

Для забезпечення надійної роботи плити перекриття передбачено анкерування арматури в опорних зонах, монтажні петлі для транспортування та закладні елементи для з'єднання суміжних плит між собою.

Попередньо напружена багатопустотна плита ПК63.15-6 А800 забезпечує необхідну несучу здатність, жорсткість та тріщиностійкість при дії розрахункових навантажень. Виконаний розрахунок підтверджує можливість використання даної конструкції у складі міжповерхового перекриття житлової будівлі.

2.2.3 Перевірка багатопустотної плити перекриття за II групою граничних станів

Після виконання розрахунку плити перекриття за несучою здатністю необхідно перевірити її роботу за другою групою граничних станів, тобто за умовами жорсткості та тріщиностійкості.

Розрахункове тривале навантаження:

$$q_2 = 7,0 \text{ кН/м}^2$$

Навантаження на 1 погонний метр плити:

$$q_1 = 7,0 \times 1,49 = 10,43 \text{ кН/м}$$

Максимальний згинальний момент:

$$M_2 = q_1 \cdot l^2 / 8$$

$$M_2 = 10,43 \times 6,2^2 / 8 = 50,2 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

Момент інерції:

$$I = 0,0015 \text{ м}^4$$

Модуль пружності бетону:

$$E_b = 27 \times 10^9 \text{ Н/м}^2$$

Прогин плити:

$$f = 5q_1 \cdot l^4 / (384E_b I)$$

$$f = 8,5 \text{ мм}$$

Допустимий прогин:

$$f_{\text{доп}} = l/250 = 6200/250 = 24,8 \text{ мм}$$

Перевірка: $8,5 \text{ мм} < 24,8 \text{ мм}$

Умова жорсткості виконується.

2.2.4 Перевірка міцності нормального перерізу плити

Площа бетонного перерізу:

$$A = 0,22 \times 1,49 = 0,328 \text{ м}^2 = 3280 \text{ см}^2$$

Для бетону класу С16/20:

$$R_b = 11,5 \text{ МПа}$$

Для арматури класу А800:

$$R_s = 727 \text{ МПа}$$

Площа робочої арматури:

$$A_s = 381,7 \text{ мм}^2$$

Несуча здатність перерізу:

$$N = R_b \times A$$

$$N = 11,5 \times 3280 = 37720 \text{ кгс} \approx 377,2 \text{ кН}$$

Міцність нормального перерізу забезпечена.

2.2.5 Розрахунок попереднього напруження арматури

Попереднє напруження виконується електротермічним способом із використанням дротів Ø9 мм класу А800.

Площа одного дроту:

$$A_1 = \pi \times 9^2 / 4 = 63,6 \text{ мм}^2$$

Кількість дротів:

$$n = 6$$

Загальна площа арматури:

$$A_s = 6 \times 63,6 = 381,7 \text{ мм}^2$$

Граничне напруження:

$$f_p = 800 \text{ МПа}$$

Прийняте попереднє напруження:

$$\sigma_p = 0,75 \times 800 = 600 \text{ МПа}$$

Повна сила натягу:

$$P = \sigma_p \times A_s$$

$$P = 600 \times 381,7 = 229,02 \text{ кН}$$

Коефіцієнт втрат:

$$\eta = 0,75$$

Ефективна сила натягу:

$$P_{eff} = 0,75 \times 229,02 = 171,77 \text{ кН}$$

Відстань до центра ваги арматури:

$$h_0 = 190 \text{ мм} = 0,19 \text{ м}$$

$$\text{Внутрішній момент: } M_p = 171,77 \times 0,19 = 32,64 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

Попереднє напруження зменшує розтягувальні напруження у бетоні та підвищує несучу здатність плити.

2.2.6 Перевірка плити перекриття на тріщиностійкість

Розрахунок виконується за II групою граничних станів.

Вихідні дані:

$$M = 50,2 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

$$h_0 = 190 \text{ мм}$$

$$E_b = 27 \times 10^3 \text{ МПа}$$

$$E_s = 2,0 \times 10^5 \text{ МПа}$$

$$A_s = 381,7 \text{ мм}^2$$

$$I = 1,5 \times 10^8 \text{ мм}^4$$

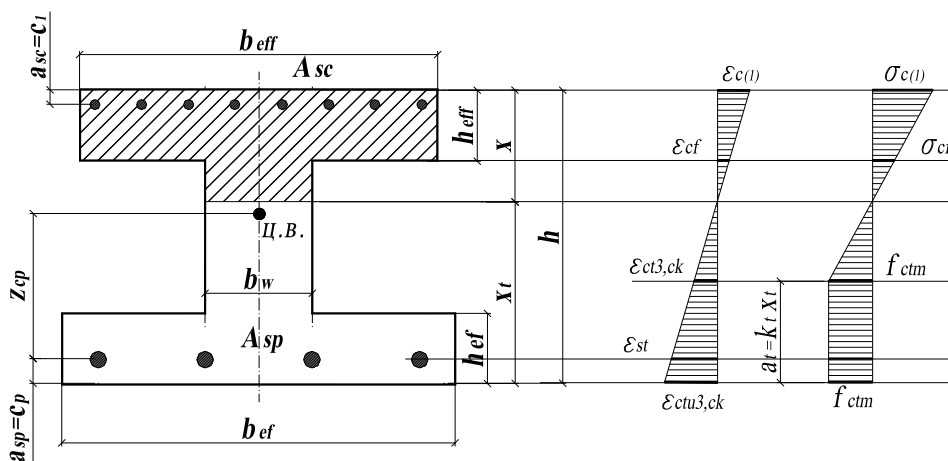


Рисунок 2.2.6.1 – Напруження в розтягнутій зоні плити

Напруження в арматурі:

$$\sigma_s = M \cdot y / I$$

$$\sigma_s = 50,2 \times 10^6 \times 190 / 1,5 \times 10^8 = 63,6 \text{ МПа}$$

Контрольне напруження тріщиноутворення:

$$R_{cr} = 0,6 \sqrt{1,2} = 0,66 \text{ МПа}$$

Умова тріщиностійкості:

$$\sigma_s < 0,6 R_s$$

$$0,6 R_s = 0,6 \times 240 = 144 \text{ МПа}$$

$$63,6 \text{ МПа} < 144 \text{ МПа}$$

Умова тріщиностійкості виконується. Тріщини при експлуатаційному навантаженні не утворюються.

У результаті проведеного розрахунку встановлено, що багатопустотна плита ПК63.15-6 із бетону класу С16/20 та попередньо напруженою арматурою класу А800 забезпечує необхідну міцність, жорсткість та тріщиностійкість і може бути рекомендована для використання у міжповерховому перекритті житлової будівлі.

У розрахунково-конструктивному розділі кваліфікаційної роботи виконано аналіз інженерно-геологічних умов будівельного майданчика, визначено фізико-механічні характеристики ґрунтів та обґрунтовано вибір конструктивного рішення фундаментів для проєктованого житлового будинку.

Також у розділі виконано розрахунок збірної багатопустотної плити перекриття ПК63.15-6 А800. Проведено збір навантажень, визначено згинальні моменти та поперечні сили, виконано перевірку плити за першою та другою групами граничних станів. Розрахунки підтвердили достатню міцність, жорсткість і тріщиностійкість елемента при дії розрахункових навантажень.

Окремо виконано перевірку міцності нормального перерізу плити, розрахунок попереднього напруження арматури та оцінку роботи конструкції при експлуатаційних навантаженнях. Отримані результати свідчать про ефективність застосування попередньо напружених багатопустотних плит у міжповерхових перекриттях житлових будівель.

РОЗДІЛ ІІІ

ТЕХНОЛОГІЧНІ РІШЕННЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВНИЦТВА

3.1 Обґрунтування технології та способу зведення житлової будівлі

Вибір способу зведення будівлі є одним із ключових етапів розроблення технологічних рішень будівництва, оскільки саме від прийнятої організації виконання робіт залежать тривалість будівництва, ефективність використання трудових і матеріально-технічних ресурсів, рівень механізації процесів та загальна економічна ефективність проєкту.

Проєктований житловий будинок являє собою багатоповерхову споруду з несучими цегляними стінами та збірними залізобетонними елементами перекриття. Значний обсяг однотипних будівельно-монтажних робіт, повторюваність конструктивних елементів та чітка послідовність технологічних процесів створюють передумови для застосування потокового методу організації будівництва.

Потоковий метод є найбільш раціональним для будівництва багатоповерхових житлових будинків, оскільки забезпечує безперервність виробничого процесу, ритмічну роботу спеціалізованих бригад та ефективне використання будівельних машин і механізмів. Суть даного методу полягає у поділі об'єкта на окремі ділянки — захватки, на яких будівельні процеси виконуються послідовно у визначеному технологічному ритмі.

При організації потокового будівництва кожна спеціалізована бригада після завершення робіт на одній захватці переходить на наступну, тоді як попередню захватку займає інша бригада для виконання наступного технологічного процесу. Така схема дозволяє забезпечити паралельне виконання різних видів робіт та скоротити загальну тривалість зведення об'єкта.

Поділ будівлі на захватки виконується з урахуванням наступних організаційно-технологічних вимог:

- приблизно однакова трудомісткість робіт у межах кожної захватки;
- забезпечення безперервного завантаження робітників та будівельної техніки;
- можливість безпечного виконання суміжних процесів;
- забезпечення раціонального розташування тимчасових складів, зон подачі матеріалів і монтажних механізмів;
- мінімізація технологічних перерв між окремими процесами.

Межі захваток доцільно розташовувати в місцях найменших зусиль у конструкціях, що дозволяє раціонально влаштовувати робочі шви бетонування та не погіршувати експлуатаційні характеристики несучих елементів будівлі.

Для даного об'єкта прийнято вертикально-потоківу схему організації будівництва, при якій роботи виконуються послідовно по поверхах із поступовим нарощуванням будівлі у висоту. Такий підхід забезпечує можливість своєчасного монтажу збірних елементів, виконання мулярських робіт, улаштування перекриттів та паралельного виконання окремих спеціальних робіт.

Технологічна послідовність зведення будівлі передбачає:

- 1) Підготовчі роботи та організацію будівельного майданчика.
- 2) Виконання земляних робіт і улаштування фундаментів.
- 3) Монтаж ростверків та конструкцій підземної частини.
- 4) Зведення несучих цегляних стін.
- 5) Монтаж збірних залізобетонних плит перекриття.
- 6) Улаштування сходових маршів і площадок.
- 7) Виконання покрівельних робіт.
- 8) Монтаж внутрішніх інженерних мереж.
- 9) Виконання оздоблювальних робіт.
- 10) Благоустрій території.

Для забезпечення ритмічної роботи на будівельному майданчику передбачається використання комплексної механізації основних процесів. Земляні роботи виконуються із застосуванням однокішшевих екскаваторів та автосамоскидів. Монтаж збірних елементів здійснюється баштовим або автомобільним краном, вантажопідйомність якого визначається залежно від маси найбільш важких конструкцій та необхідного монтажного вильоту стріли.

Мурування стін виконується потоково-ярусним методом із застосуванням інвентарних підмостків та засобів малої механізації. Подавання матеріалів на робочі місця здійснюється краном у спеціальних контейнерах або баддях.

Організація будівництва за поточковим методом дозволяє:

- скоротити тривалість будівництва;
- забезпечити рівномірне використання трудових ресурсів;
- підвищити продуктивність праці;
- зменшити простої будівельної техніки;
- підвищити якість виконання будівельно-монтажних робіт;
- забезпечити ефективне планування матеріально-технічного постачання.

Прийнятий поточковий метод організації будівництва найбільш повно відповідає конструктивним особливостям проєктованого житлового будинку та забезпечує раціональне поєднання технологічних процесів, високу ефективність виконання робіт і скорочення термінів зведення об'єкта.

3.2 Технологічна послідовність та організація виконання будівельно-монтажних робіт

3.2.1 Організація підготовчих робіт на будівельному майданчику

До початку основного циклу будівельно-монтажних робіт на об'єкті виконуються підготовчі заходи, спрямовані на забезпечення безпечного, безперервного та технологічно організованого процесу зведення будівлі. Підготовчий період має важливе значення, оскільки саме на цьому етапі створюються умови для ефективного використання трудових ресурсів, будівельної техніки та матеріально-технічного забезпечення.

Підготовка будівельного майданчика включає комплекс позамайданчикових та внутрішньомайданчикових робіт. На початковому етапі забезпечується підключення майданчика до існуючих інженерних мереж електропостачання, водопостачання та каналізації, а також організуються під'їзні шляхи для руху будівельного транспорту і спеціалізованої техніки. Для забезпечення нормального функціонування будівельного виробництва влаштовуються тимчасові дороги з твердим покриттям, які забезпечують безпечний рух автосамоскидів, автокранів та автобетонозмішувачів у будь-яку пору року.

На території майданчика виконується геодезична підготовка, яка включає винесення в натуру основних осей будівлі, закріплення реперів та створення розбивочної геодезичної основи. Територія будівництва огорожується тимчасовою огорожею з організацією контрольно-пропускного пункту, що забезпечує обмеження доступу сторонніх осіб та контроль руху транспорту.

Перед початком земляних робіт здійснюється очищення території від рослинності, сміття та сторонніх предметів. Родючий шар ґрунту товщиною близько 15 см зрізається бульдозерами та складається в окремо відведених місцях для подальшого використання під час благоустрою території після завершення будівництва. Одночасно влаштовуються тимчасові системи водовідведення для запобігання підтопленню будівельного майданчика атмосферними та ґрунтовими водами.

Для забезпечення нормальних умов праці на майданчику встановлюються тимчасові побутові приміщення, санітарно-побутові блоки, склади для зберігання матеріалів, електрощитові та майстерні. Освітлення території організовується відповідно до вимог охорони праці та техніки безпеки, особливо у місцях руху транспорту та виконання монтажних робіт.

Організація підготовчого періоду передбачає також розроблення графіків постачання будівельних матеріалів і конструкцій. Подача бетону, арматури, збірних елементів та інших матеріалів здійснюється автомобільним

транспортом згідно з календарним планом будівництва, що дозволяє уникнути простоїв техніки та перевантаження складських зон.

Після завершення комплексу підготовчих заходів виконується перевірка готовності будівельного майданчика до початку основних будівельно-монтажних робіт та оформлюються відповідні акти приймання підготовчого періоду.

3.2.2 Технологія виконання земляних робіт

Земляні роботи є одним із найважливіших етапів будівництва, оскільки від якості їх виконання залежить надійність фундаментів та стійкість будівлі в цілому. Роботи виконуються відповідно до проектної документації, результатів інженерно-геологічних вишукувань та вимог чинних нормативних документів.

Перед початком розробки котловану здійснюється повторне закріплення осей будівлі, перевірка геодезичних відміток і встановлення контрольних реперів. Додатково організовується тимчасове водовідведення та перевіряється готовність під'їзних шляхів для роботи будівельної техніки.

Розробка котловану виконується механізованим способом із застосуванням екскаваторів з місткістю ковша 0,65-1,25 м³. Ґрунт розробляється пошарово з дотриманням проектних відміток та ухилів укосів. Частина ґрунту використовується для подальшої зворотної засипки, а надлишковий ґрунт вивозиться автосамоскидами у спеціально визначені місця.

Під час виконання земляних робіт особлива увага приділяється захисту дна котловану від перезволоження та розпушення. Не допускається накопичення води в межах котловану, оскільки це може призвести до зниження несучої здатності основи. За необхідності застосовуються тимчасові дренажні системи або водознижувальні установки.

Після завершення робіт з улаштування пальових фундаментів та гідроізоляції виконується зворотна засипка пазах котловану. Засипка проводиться пошарово із товщиною шару 20-30 см із ретельним ущільненням віброплитами або котками. У місцях прокладання інженерних мереж

ущільнення виконується вручну з метою недопущення пошкодження трубопроводів та комунікацій.

Контроль якості земляних робіт здійснюється геодезичними методами. Перевіряються глибина котловану, щільність ущільнення засипного ґрунту та відповідність фактичних параметрів проєктним рішенням.

3.2.3 Технологія виконання бетонних робіт

Бетонні роботи включають приготування, транспортування, подачу, укладання, ущільнення та догляд за бетонною сумішшю під час улаштування фундаментів, ростверків та монолітних конструкцій будівлі.

До початку бетонування перевіряється готовність опалубки, правильність встановлення арматурних каркасів, наявність закладних деталей та відповідність геометричних розмірів конструкцій проєкту. Внутрішні поверхні опалубки очищаються від забруднень та обробляються мастильними матеріалами для полегшення демонтажу після твердіння бетону.

Бетонна суміш доставляється на об'єкт автобетонозмішувачами та подається до місця укладання за допомогою крана у баддях або бетонного насоса. Укладання бетонної суміші виконується пошарово з обов'язковим ущільненням кожного шару глибинними вібраторами. Вібрування забезпечує видалення повітряних порожнин і створення щільної структури бетону.

Бетонування виконується безперервно в межах однієї захватки, що дозволяє уникнути утворення небажаних холодних швів. У випадку вимушених технологічних перерв робочі шви очищаються та обробляються цементним розчином перед продовженням бетонування.

Після завершення укладання бетону забезпечується догляд за конструкціями шляхом підтримання необхідного температурно-вологісного режиму. У теплий період поверхню бетону захищають від швидкого висихання поліетиленовою плівкою або зволоженням. У зимових умовах застосовуються протиморозні добавки та системи електропрогріву або термоізоляційного укриття.

Якість бетонних робіт контролюється шляхом перевірки рухливості бетонної суміші, відбору контрольних зразків та перевірки міцності бетону після твердіння.

3.2.4 Організація монтажних робіт

Монтажні роботи на об'єкті включають встановлення опалубних систем, монтаж арматурних каркасів, збірних залізобетонних елементів перекриття та допоміжних конструкцій. Роботи виконуються із застосуванням комплексної механізації та вантажопідйомної техніки.

Для виконання монтажних процесів використовується баштовий кран вантажопідйомністю до 8 т із необхідним радіусом обслуговування будівлі. До початку монтажу перевіряється точність геодезичної розбивки, справність вантажозахоплювальних пристроїв та готовність монтажних майданчиків.

Монтаж опалубки виконується із застосуванням інвентарної системи PERI MULTIFLEX, яка забезпечує високу точність геометричних параметрів та можливість багаторазового використання елементів. Опалубка встановлюється відповідно до технологічної послідовності бетонування та ретельно фіксується для запобігання зміщенням під дією бетонної суміші.

Арматурні каркаси монтуються вручну або укрупненими блоками. Під час монтажу контролюється розташування арматури, величина захисного шару та надійність закріплення закладних деталей і гільз для інженерних мереж.

Демонтаж опалубки виконується лише після досягнення бетоном нормативної міцності. Під час розпалублення особлива увага приділяється недопущенню пошкодження бетонних поверхонь і несучих елементів.

3.2.5 Технологія виконання оздоблювальних робіт

Оздоблювальні роботи виконуються після завершення основних будівельно-монтажних процесів та прокладання інженерних комунікацій. Роботи організовуються потоково-паралельним методом із поетапним переходом між поверхами та окремими приміщеннями.

Перед початком оздоблення поверхні очищаються від пилу, напливів розчину та інших забруднень. За необхідності виконується вирівнювання

поверхонь і нанесення ґрунтувальних складів для підвищення адгезії оздоблювальних матеріалів.

Штукатурні роботи виконуються цементно-піщаними або гіпсовими розчинами залежно від призначення приміщення. Для забезпечення рівності поверхонь використовуються маяки та армувальні сітки. Після висихання штукатурки виконується шпаклювання та підготовка поверхонь під фарбування.

У санітарних вузлах і кухнях передбачено облицювання поверхонь керамічною плиткою. Підлоги в житлових приміщеннях влаштовуються із використанням ламінату, паркету або інших сучасних матеріалів відповідно до проєктних рішень.

Зовнішнє оздоблення фасадів виконується із застосуванням теплоізоляційної системи типу «мокрый фасад». Після монтажу утеплювача наноситься армувальний шар і декоративна штукатурка, що забезпечує захист конструкцій від атмосферних впливів та покращує енергоефективність будівлі.

Усі оздоблювальні роботи виконуються з дотриманням нормативних вимог щодо температурно-вологісного режиму, технологічних перерв та контролю якості покриттів.

3.3 Технологічна карта на виконання робіт з улаштування пальового фундаменту

3.3.1 Загальні положення

Технологічна карта розроблена на виконання комплексу робіт із улаштування пальового фундаменту багатоповерхового житлового будинку. Проєктом передбачено застосування збірних залізобетонних забивних паль із подальшим улаштуванням монолітного залізобетонного ростверку. Пальовий фундамент використовується у зв'язку з несприятливими інженерно-геологічними умовами майданчика та необхідністю передавання навантажень на більш міцний несучий шар ґрунту.

Занурення паль виконується методом статичного вдавлювання із застосуванням палевдавлюючої установки СВУ-В-6 на базі крана РДК-250.

Використання технології вдавлювання дозволяє значно знизити динамічні впливи на прилеглу забудову, зменшити рівень шуму та вібрацій, що є особливо важливим в умовах щільної міської забудови.

Роботи виконуються відповідно до вимог ДБН А.3.1-5:2016, ДБН В.2.1-10:2018, ДСТУ-Н Б В.2.1-27:2010 та інших нормативних документів, що регламентують технологію улаштування пальових фундаментів, контроль якості та вимоги безпеки праці.

Технологічна карта передбачає комплексну механізацію процесів, раціональну організацію праці та безперервне виконання робіт у межах захваток відповідно до календарного графіка будівництва.

3.3.2 Технологія та організація виконання робіт

До початку основних робіт із улаштування пальового фундаменту на будівельному майданчику виконуються підготовчі заходи, які включають очищення території, вирівнювання поверхні, улаштування тимчасових доріг, систем водовідведення та зон складування конструкцій. Одночасно організовується електропостачання будівельного майданчика та забезпечуються умови для безпечного переміщення будівельної техніки.

Після завершення підготовчого етапу виконується геодезична розбивка пальового поля. За допомогою геодезичних приладів у натуру виносяться осі будівлі та координати кожної палі. Точки занурення паль закріплюються на місцевості спеціальними знаками та перевіряються на відповідність проєктним координатам.

Залізобетонні палі доставляються на будівельний майданчик автомобільним транспортом та розвантажуються за допомогою вантажопідйомного крана. Перед монтажем виконується перевірка маркування виробів, цілісності бетону, стану монтажних петель та відсутності тріщин або механічних пошкоджень. Складування паль здійснюється штабелями висотою не більше 3-4 рядів на дерев'яних прокладках із забезпеченням вільного доступу для стропування.

Після підготовки пального поля палевдавлююча установка переміщується у робочу позицію згідно з технологічною схемою руху. Паля стропується, піднімається краном і встановлюється у проектне положення. Особлива увага приділяється точності центрування та вертикальності палі перед початком занурення.

Вдавлювання палі у ґрунт виконується поступово із постійним контролем зусилля вдавлювання та глибини занурення. Під час роботи здійснюється геодезичний контроль вертикальності палі та фіксація фактичних параметрів занурення у журналі виконання робіт. При досягненні проектної відмітки або розрахункового зусилля вдавлювання занурення припиняється.

Після завершення влаштування палі виконується зрізання оголовків до проектної відмітки ростверку. Бетон у верхній частині палі видаляється для оголення арматурних випусків, які в подальшому забезпечують спільну роботу палі із монолітним ростверком. Перед бетонуванням ростверку виконується очищення поверхні палі від уламків бетону та забруднень.

Технологічна послідовність виконання робіт забезпечує безперервність виробничого процесу, раціональне використання техніки та скорочення тривалості будівництва.

3.3.3 Визначення обсягів робіт

Підрахунок обсягів робіт виконується за робочими кресленнями фундаментної частини будівлі та специфікаціями конструкцій.

Таблиця 3.3.3.1 — Відомість обсягів робіт

№	Найменування конструкцій та робіт	Марка	Од. вим.	Кількість	Маса 1 од., т	Загальна маса, т
1	Залізобетонна паля	C70.30-6	шт	277	1,6	443,2

Загальна маса палі становить:

$$G=277 \cdot 1,6=443,2 \text{ т}$$

Отримані значення використовуються для визначення потреби в транспортних засобах, вантажопідйомній техніці та розрахунку тривалості виконання робіт.

3.3.4 Вибір основного монтажного механізму

Для виконання робіт із занурення паль прийнято палевдавлюючу установку СВУ-В-6 на базі гусеничного крана РДК-250. Даний механізм забезпечує виконання всього комплексу робіт, пов'язаних із переміщенням, встановленням та вдавлюванням паль у ґрунт.

Основними перевагами установки є висока точність позиціонування паль, можливість роботи в умовах щільної забудови, низький рівень шуму та відсутність ударних навантажень на ґрунт і прилеглі конструкції.

Основні технічні характеристики установки:

- зусилля вдавлювання — до 100 т;
- допустима несуча здатність паль — до 70 т;
- робоча маса установки — 112 т;
- габарити у робочому положенні — $9,6 \times 7,0 \times 20,0$ м;
- базова машина — РДК-250;
- тип приводу — дизель-електричний.

Установка забезпечує виконання наступних операцій:

- розвантаження паль;
- транспортування паль у межах майданчика;
- піднімання та встановлення у проектне положення;
- центрування та вдавлювання;
- переміщення по пальному полю.

Використання даної техніки забезпечує високу продуктивність праці та скорочення тривалості фундаментних робіт.

3.3.5 Контроль якості та вимоги безпеки

Якість улаштування пального фундаменту контролюється на всіх етапах виконання робіт. Перед початком занурення перевіряється відповідність паль проектним параметрам та наявність сертифікатів якості на збірні конструкції.

У процесі виконання робіт здійснюється контроль:

- координат розташування паль;
- вертикальності занурення;
- фактичної глибини занурення;
- величини зусилля вдавлювання;
- стану оголовків після зрізання.

Відхилення положення паль не повинні перевищувати значень, установлених нормативними документами.

Особлива увага приділяється дотриманню вимог охорони праці та техніки безпеки. До виконання робіт допускаються лише працівники, які пройшли відповідне навчання, інструктаж та медичний огляд. Небезпечна зона роботи палевдавлюючої установки огорожується попереджувальними знаками та сигнальною стрічкою.

Під час роботи забороняється перебування людей у зоні можливого падіння конструкцій або роботи вантажопідйомних механізмів. Усі працівники забезпечуються засобами індивідуального захисту: касками, захисним взуттям, сигнальними жилетами та рукавицями.

3.3.6 Техніко-економічні показники процесу

Трудомісткість робіт визначається за нормативами РЕКН із урахуванням рівня механізації, умов виконання робіт та коефіцієнта перевиконання норм.

Основні техніко-економічні показники процесу:

- кількість паль — 277 шт.;
- загальна маса паль — 443,2 т;
- середня продуктивність установки — 10-12 паль за зміну;
- чисельність робітників у зміні — 6-8 осіб;
- орієнтовна тривалість виконання робіт — 12 діб.

Прийнята технологія виконання робіт забезпечує необхідну якість улаштування пального фундаменту, безпечні умови праці та раціональне використання матеріально-технічних ресурсів.

3.4 Обґрунтування вибору монтажного крана для зведення конструкцій типового поверху

Для виконання монтажних робіт під час зведення надземної частини житлового будинку необхідно підібрати вантажопідйомний механізм, який забезпечить безпечне та безперервне встановлення збірних конструкцій типового поверху. Вибір монтажного крана здійснюється з урахуванням конструктивних характеристик будівлі, маси найбільш важких елементів, висоти підйому вантажу та необхідного монтажного вильоту стріли.

Оскільки основними монтажними елементами надземної частини є багатопустотні плити перекриття, саме їх параметри приймаються як розрахункові для визначення необхідних характеристик крана. Монтаж плит перекриття виконується за допомогою двогілкового стропа вантажопідйомністю до 5 т. Маса стропувального обладнання становить 0,02 т, а висота стропування — 2,2 м.

Монтажна маса елемента визначається як сума маси конструкції та маси вантажозахоплювального обладнання:

$$Q_m = m_e + m_{\text{стр}}$$

де:

m_e — маса елемента;

$m_{\text{стр}}$ — маса стропувального обладнання.

Маса плити перекриття:

$$m_e = 2,98 \text{ т}$$

Маса стропувального обладнання:

$$m_{\text{стр}} = 0,02 \text{ т}$$

Тоді монтажна маса вантажу становить:

$$Q_m = 2,98 + 0,02 = 3,0 \text{ т}$$

Наступним етапом є визначення необхідної висоти підйому монтажного елемента.

Монтажна висота визначається за формулою: $H_m = h_0 + h_3 + h_e + h_{\text{стр}}$

де:

h_0 - перевищення рівня монтажу над рівнем стоянки крана;

h_3 - технологічний запас по висоті;

h_e - висота монтажного елемента;

$h_{стр}$ - висота стропування.

Висота монтажного рівня: $h_0=33,5$ м

Технологічний запас для безпечного позиціонування конструкції: $h_3=0,5$ м

Товщина плити перекриття: $h_e=0,22$ м

Висота стропування: $h_{стр} = 2,2$ м

Після підстановки значень отримуємо необхідну висоту підйому:

$H_m=33,5+0,5+0,22+2,2=36,42$ м

Для забезпечення монтажу конструкцій необхідно також визначити монтажний виліт стріли крана.

Монтажний виліт визначається за формулою: $L_m=d+V$

де:

d - відстань від осі обертання крана до будівлі;

V - ширина будівлі.

Відстань від осі крана до будівлі для крана з поворотною платформою визначається залежністю: $d=R_p+a$.

де:

R_p - радіус поворотної платформи

a - безпечна відстань між краном і будівлею.

Радіус платформи: $R_p=2,5$ м

Безпечна відстань приймається: $a=1,0$ м

Тоді:

$d=2,5+1,0=3,5$ м

Ширина будівлі: $V=35,0$ м

Монтажний виліт стріли: $L_m=3,5+35,0=38,5$ м

Для виконання монтажу конструкцій типового поверху необхідний кран, який забезпечує:

- вантажопідйомність не менше 3,0 т;
- висоту підйому не менше 36,42 м;
- виліт стріли не менше 38,5 м.

На основі виконаних розрахунків та аналізу технічних характеристик баштових кранів для даного об'єкта приймається баштовий кран КБМ-401П, який повністю відповідає вимогам за вантажопідйомністю, висотою підйому та монтажним вильотом.

Основні технічні характеристики крана КБМ-401П:

- максимальна вантажопідйомність — 10 т;
- вантажопідйомність на максимальному вильоті — 3,0 т;
- максимальний виліт стріли — до 40 м;
- висота підйому вантажу — понад 40 м;
- тип пересування — рейковий;
- тип приводу — електричний.

Використання баштового крана КБМ-401П забезпечує безпечне виконання монтажних робіт, ритмічне подавання конструкцій у зону монтажу та ефективну організацію будівництва надземної частини житлового будинку.

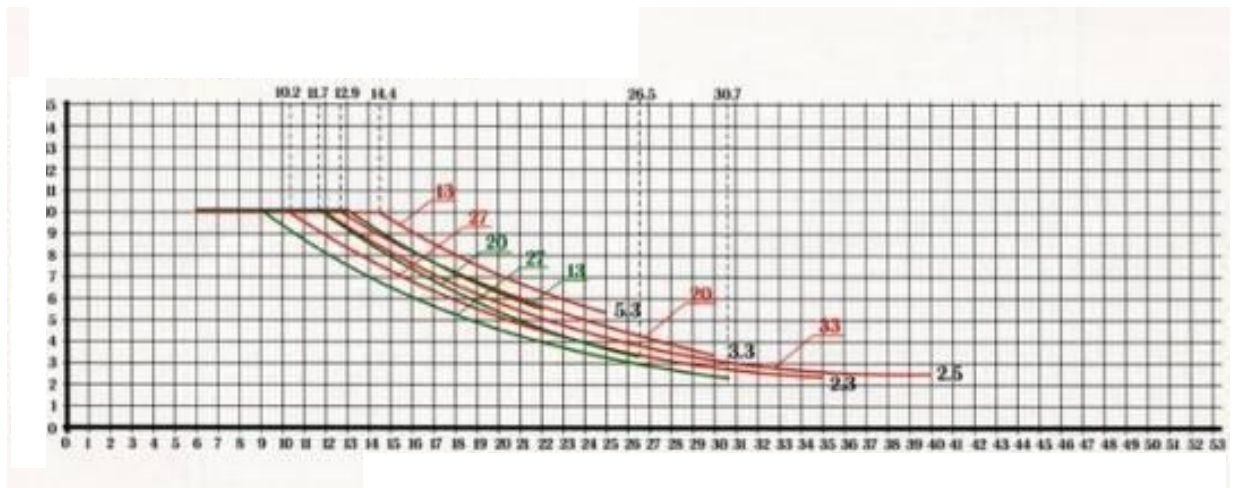


Рисунок 3.4.1 - Вантажні та висотні характеристики крана КБМ-401П

3.5 Організація будівельного майданчика та розроблення будівельного генерального плану

Будівельний генеральний план розробляється з метою раціональної організації будівельного майданчика під час зведення 10-поверхового житлового будинку та забезпечення безпечного виконання всіх будівельно-монтажних процесів. Будгенплан є одним із основних організаційно-технологічних документів проєкту виконання робіт, який визначає розташування тимчасових споруд, інженерних мереж, складських зон, монтажних механізмів, транспортних шляхів і допоміжної інфраструктури будівництва.

Розроблення будівельного генерального плану виконано на основі архітектурно-планувальних рішень будівлі, календарного графіка виконання робіт, технологічних карт, потреби в матеріально-технічних ресурсах та характеристик будівельних машин і механізмів. Під час проєктування будгенплану враховано вимоги чинних нормативних документів з організації будівництва, охорони праці, пожежної безпеки та санітарно-гігієнічного забезпечення будівельного виробництва.

Організація будівельного майданчика здійснюється з урахуванням принципу мінімізації внутрішньомайданчикових перевезень та забезпечення безперервності виробничого процесу. Тимчасові будівлі, склади та комунікації розміщуються поза межами постійної забудови таким чином, щоб не перешкоджати виконанню основних будівельно-монтажних робіт. Особлива увага приділяється забезпеченню безпечного руху будівельної техніки та транспорту, а також дотриманню нормативних протипожежних розривів між тимчасовими спорудами.

На території будівельного майданчика передбачено влаштування тимчасових під'їзних шляхів із твердим покриттям, які забезпечують безперешкодний рух автотранспорту, автобетонозмішувачів, автосамоскидів та монтажної техніки. Ширина доріг приймається з урахуванням габаритів

транспортних засобів і можливості двостороннього руху. У місцях повороту транспорту передбачаються необхідні радіуси заокруглення.

Тимчасові склади будівельних матеріалів розташовуються в зоні дії монтажного крана, що дозволяє скоротити витрати часу на подавання конструкцій та матеріалів до робочих місць. Відкриті склади призначені для зберігання цегли, арматури, збірних конструкцій та інших матеріалів, стійких до атмосферних впливів. Закриті складські приміщення використовуються для зберігання цементу, оздоблювальних матеріалів та електротехнічного обладнання.

Площа тимчасових складів визначається залежно від добової потреби в матеріалах та нормативного запасу. Для забезпечення безперервності будівництва приймається запас матеріалів на декілька діб роботи.

Добова потреба в цементі становить:

$$q_{ц}=1,5 \text{ т/добу}$$

Нормативний запас цементу приймається на 10 діб: $Q_{ц}=1,5 \times 10=15 \text{ т}$

При питомій площі складування 1 м^2 на 1 т цементу необхідна площа складу становить: $F_{ц}=15 \times 1=15 \text{ м}^2$

Для арматури добова потреба становить: $q_{а}=0,7 \text{ т/добу}$

Запас арматури приймається на 15 діб: $Q_{а}=0,7 \times 15=10,5 \text{ т}$

Необхідна площа складу: $F_{а}=10,5 \times 1,2=12,6 \text{ м}^2$

Для цегли добова потреба становить: $q_{цег}=12 \text{ т/добу}$

Запас на 7 діб: $Q_{цег}=12 \times 7=84 \text{ т}$

Необхідна площа складування: $F_{цег}=84 \times 1,5=126 \text{ м}^2$

Для утеплювача: $Q_{ут}=3 \times 7=21 \text{ м}^3$

Площа складування утеплювача: $F_{ут}=21 \times 0,5=10,5 \text{ м}^2$

Загальна площа складських приміщень становить:

$$F_{заг}=15+12,6+126+10,5=164,1 \text{ м}^2$$

З урахуванням проходів та резерву площі приймається: $F_{пр}=180 \text{ м}^2$

Для забезпечення будівництва водою передбачається тимчасовий водопровід, підключений до міської водомережі. Вода використовується як для господарсько-побутових, так і для технологічних потреб.

Кількість працівників на майданчику: $n=60$ осіб

Витрата води на побутові потреби: $Q_{\text{поб}}=60 \times 50=3000$ л=3,0 м³/добу

Технологічна витрата води: $Q_{\text{тех}}=1,5$ м³/добу

Загальна добова потреба у воді: $Q_{\text{заг}}=3,0+1,5=4,5$ м³/добу

Мінімальний діаметр трубопроводу визначається за умовою пропускної здатності: $d=11,5$ мм.

Для забезпечення необхідного запасу пропускної здатності приймається поліетиленова труба діаметром: $d=25$ мм.

Загальна довжина тимчасового водопроводу складається з магістральної та внутрішньомайданчикової частини: $L=40+60=100$ м.

На будівельному майданчику також передбачено влаштування тимчасового електропостачання, освітлення робочих зон, пунктів побутового обслуговування працівників, майданчиків для збору будівельного сміття та пожежних щитів.

Графічне зображення будівельного генерального плану наведено на аркуші графічної частини проєкту.

Прийняті рішення з організації будівельного майданчика забезпечують раціональне розміщення тимчасових споруд, безпечні умови праці, ефективну логістику матеріальних потоків та безперервне виконання будівельно-монтажних робіт протягом усього періоду зведення житлового будинку.

РОЗДІЛ IV

ОХОРОНА ПРАЦІ ПРИ ЗВЕДЕННІ ЦЕГЛЯНОЇ БУДІВЛІ

4.1 Нормативно-правове забезпечення охорони праці під час зведення житлової будівлі

Під час проєктування та будівництва багатоповерхових житлових будинків особлива увага приділяється питанням охорони праці, виробничої безпеки та створення безпечних умов виконання будівельно-монтажних робіт. Будівельне виробництво належить до галузей із підвищеним рівнем професійного ризику, оскільки значна частина технологічних процесів пов'язана з виконанням робіт на висоті, експлуатацією вантажопідйомної техніки, використанням електрообладнання, переміщенням важких конструкцій та роботою в умовах дії небезпечних виробничих факторів. Саме тому питання забезпечення охорони праці мають важливе соціальне, технічне та економічне значення.

Об'єктом проєктування є 10-поверховий житловий будинок із цегляними несучими стінами та збірними залізобетонними перекриттями. Під час зведення будівлі передбачається виконання значного комплексу земляних, бетонних, монтажних, мулярських та оздоблювальних робіт із застосуванням будівельних машин, механізмів та спеціалізованого обладнання. Особливості технології будівництва обумовлюють необхідність організації системи управління охороною праці на всіх етапах виконання робіт.

Правовою основою забезпечення безпечних умов праці є Конституція України, яка гарантує кожному працівнику право на належні, безпечні та здорові умови праці. Основним нормативно-правовим актом у сфері охорони праці є Закон України «Про охорону праці», який визначає основні принципи державної політики у галузі охорони праці, права та обов'язки роботодавців і працівників, а також порядок організації безпечного виробничого процесу.

Питання безпеки праці у будівництві також регламентуються Кодексом законів про працю України, Законом України «Про загальнообов'язкове

державне соціальне страхування», а також державними будівельними нормами та нормативними документами у сфері будівництва й промислової безпеки.

Під час виконання робіт на об'єкті необхідно керуватися вимогами таких нормативних документів:

- ДБН А.3.2-2:2009 «Охорона праці і промислова безпека у будівництві»;
- ДБН А.3.1-5:2016 «Організація будівельного виробництва»;
- ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва»;
- НПАОП 45.2-7.03-17 «Правила охорони праці під час виконання робіт на висоті»;
- Правила безпечної експлуатації вантажопідіймальних кранів;
- Правила улаштування електроустановок та інші нормативні документи.

Основними завданнями охорони праці на об'єкті проектування є запобігання виробничому травматизму, професійним захворюванням та аварійним ситуаціям під час виконання будівельно-монтажних робіт. Для цього необхідно забезпечити безпечну організацію робочих місць, використання справних будівельних машин і механізмів, застосування засобів індивідуального та колективного захисту, а також постійний контроль за дотриманням вимог техніки безпеки.

Особливо небезпечними під час будівництва багатоповерхового житлового будинку є роботи на висоті, монтаж плит перекриття, переміщення вантажів баштовим краном, виконання електрозварювальних процесів та роботи в зоні дії будівельної техніки. У зв'язку з цим на будівельному майданчику повинні бути передбачені захисні огороження, попереджувальні знаки, безпечні проходи та системи обмеження доступу сторонніх осіб у небезпечні зони.

Організація охорони праці на будівельному майданчику включає проведення вступного та первинного інструктажів, навчання працівників безпечним методам виконання робіт, перевірку знань з охорони праці та постійний контроль за дотриманням виробничої дисципліни. До виконання

робіт допускаються лише працівники, які пройшли медичний огляд, відповідне навчання та інструктажі з техніки безпеки.

Важливе значення має забезпечення працівників засобами індивідуального захисту, до яких належать захисні каски, спецодяг, запобіжні пояси, рукавиці, захисне взуття та сигнальні жилети. Усі будівельні машини та механізми повинні проходити своєчасне технічне обслуговування та періодичний контроль технічного стану.

Значна увага приділяється питанням пожежної безпеки. Будівельний майданчик забезпечується первинними засобами пожежогасіння, пожежними щитами, резервом води та вільними під'їздами для пожежної техніки. Тимчасові електромережі виконуються відповідно до вимог електробезпеки з улаштуванням захисного заземлення та автоматичних засобів відключення.

Забезпечення охорони праці під час зведення житлової будівлі є важливою складовою організації будівельного виробництва. Дотримання вимог чинного законодавства, державних будівельних норм та правил безпеки дозволяє створити безпечні умови праці, знизити рівень виробничого травматизму, забезпечити збереження життя і здоров'я працівників та підвищити ефективність будівельного процесу.

4.2 Аналіз умов праці та визначення потенційно небезпечних виробничих факторів

Під час зведення 10-поверхового житлового будинку працівники будівельного майданчика піддаються впливу різноманітних небезпечних і шкідливих виробничих факторів, що виникають у процесі виконання земляних, монтажних, бетонних, мулярських та оздоблювальних робіт. Аналіз умов праці виконується з метою виявлення потенційних джерел небезпеки, оцінки їх впливу на працівників та розроблення ефективних заходів щодо зниження рівня виробничого ризику.

Умови праці на будівельному майданчику характеризуються постійною зміною робочих зон, значною кількістю механізованих процесів, виконанням робіт на висоті та впливом несприятливих факторів зовнішнього середовища.

Найбільш небезпечними є монтажні роботи із застосуванням баштового крана, роботи на висоті, переміщення вантажів, бетонування конструкцій та експлуатація електрообладнання.

До основних фізичних небезпечних та шкідливих факторів належать підвищений рівень шуму, вібрації, запиленість повітря робочої зони, можливість ураження електричним струмом, падіння працівників з висоти, а також небезпека травмування рухомими частинами машин і механізмів.

Підвищений рівень шуму виникає під час роботи будівельної техніки, компресорів, бетонозмішувачів, вібраторів та монтажних механізмів. Найбільший вплив шуму спостерігається у зоні роботи баштового крана, під час різання металу, ущільнення бетонної суміші та виконання демонтажних операцій. Рівень шуму на окремих робочих місцях може перевищувати допустимі значення 80 дБА, встановлені санітарними нормами, що негативно впливає на нервову систему працівників та може спричинити професійні захворювання органів слуху.

Вібраційний вплив виникає під час роботи вібраторів для ущільнення бетону, ручного механізованого інструменту та будівельних машин. Тривала дія вібрації може призвести до порушень роботи опорно-рухового апарату та периферичної нервової системи працівників.

Одним із характерних шкідливих факторів на будівельному майданчику є запиленість повітря робочої зони. Пил утворюється під час земляних робіт, різання цегли, приготування будівельних розчинів, навантаження сипучих матеріалів та виконання оздоблювальних процесів. Особливо небезпечним є цементний пил, який подразнює органи дихання та слизові оболонки. Концентрація пилу у повітрі може перевищувати гранично допустимі норми при недостатньому зволоженні або відсутності засобів пилопригнічення.

Під час виконання електромонтажних робіт та експлуатації тимчасових електромереж існує небезпека ураження електричним струмом. Причинами виникнення небезпечних ситуацій можуть бути пошкодження ізоляції кабелів,

порушення правил експлуатації електрообладнання, відсутність заземлення або використання несправного інструменту.

Одним із найбільш небезпечних факторів під час будівництва багатоповерхового житлового будинку є виконання робіт на висоті. Небезпека падіння працівників виникає під час монтажу плит перекриття, мурування стін верхніх поверхів, улаштування покрівлі та виконання фасадних робіт. Причинами травмування можуть бути відсутність або несправність захисних огорожень, порушення технології виконання робіт, недостатнє використання страхувальних засобів.

Також існує ризик падіння будівельних матеріалів та конструкцій із висоти. Найбільш небезпечними зонами є місця роботи баштового крана та монтажних механізмів. Падіння вантажу може відбутися внаслідок порушення правил стропування, несправності вантажозахоплювальних пристроїв або перевищення допустимої вантажопідйомності механізмів.

До хімічних небезпечних факторів належать вплив лакофарбових матеріалів, розчинників, бітумних мастик, зварювальних аерозолів та інших хімічних речовин, що використовуються під час виконання оздоблювальних і покрівельних робіт. Контакт із такими речовинами може спричинити подразнення шкіри, органів дихання та алергічні реакції.

Біологічні фактори на даному об'єкті виражені незначно, однак під час тривалого перебування працівників у вологих приміщеннях або в умовах недостатньої санітарії можливий розвиток мікроорганізмів і грибкових утворень.

До психофізіологічних факторів належать значні фізичні навантаження, робота у вимушеній позі, нервово-емоційне напруження, монотонність окремих процесів та вплив несприятливих погодних умов. Найбільше навантаження спостерігається у працівників, зайнятих ручним переміщенням матеріалів, виконанням монтажних робіт та роботою на висоті.

Аналіз умов праці показує, що значна частина виявлених небезпечних та шкідливих факторів може бути зменшена або повністю усунена шляхом

застосування організаційно-технічних заходів, сучасних засобів механізації, колективного та індивідуального захисту, а також суворого дотримання вимог нормативних документів з охорони праці.

Для зниження рівня виробничого ризику в подальших підрозділах необхідно розробити комплекс заходів, спрямованих на покращення умов праці, підвищення рівня безпеки будівельно-монтажних процесів, зменшення впливу небезпечних виробничих факторів та запобігання виникненню аварійних ситуацій на будівельному майданчику.

4.3 Дослідження ризику реалізації потенційних небезпек під час будівництва житлового будинку

Під час виконання будівельно-монтажних робіт на об'єкті проектування існує значна кількість потенційно небезпечних факторів, які можуть призвести до травмування працівників, аварійних ситуацій або пошкодження будівельних конструкцій і техніки. Для визначення рівня виробничої небезпеки та розроблення заходів щодо її зниження виконується оцінювання професійних ризиків із використанням матриці оцінки ризику.

Оцінювання ризиків проводиться на основі аналізу умов праці, технологічних процесів та особливостей виконання будівельних робіт. Для дослідження обрано найбільш характерні професії на будівельному майданчику: кранівник, електрогазозварник та монтажник будівельних конструкцій. Визначення рівня ризику виконується шляхом встановлення категорії серйозності небезпеки та рівня ймовірності її виникнення відповідно до нормативної матриці оцінювання ризиків.

Таблиця 4.3.1 — Категорії серйозності небезпеки

Вид	Категорія	Опис нещасного випадку
Катастрофічна	I	Смерть або руйнування системи
Критична	II	Серйозна травма, стійке захворювання, суттєве пошкодження в системі
Гранична	III	Незначна травма, короткочасне захворювання, пошкодження в системі
Незначна	IV	Менш значні травми та пошкодження

Таблиця 4.3.2 — Рівні ймовірності виникнення небезпеки

Вид	Рівень	Характеристика
Часта	A	Подія виникає дуже часто
Можлива	B	Подія може траплятися декілька разів
Випадкова	C	Іноді може відбутися
Віддалена	D	Малоймовірна, але можлива
Неймовірна	E	Практично малоймовірна

Таблиця 4.3.3 — Матриця оцінювання ризику

Частота виникнення	I	II	III	IV
A	1A	2A	3A	4A
B	1B	2B	3B	4B
C	1C	2C	3C	4C
D	1D	2D	3D	4D
E	1E	2E	3E	4E

Оцінювання ризику виконано для найбільш характерних небезпек, які можуть виникнути під час будівництва житлового будинку.

Оцінка ризику для кранівника

Під час роботи баштового крана існує небезпека падіння вантажу внаслідок порушення правил стропування, перевантаження крана або несправності вантажозахоплювальних пристроїв. Така ситуація може призвести до тяжкого травмування працівників або руйнування конструкцій.

Категорія небезпеки приймається як критична — II, оскільки можливі серйозні травми та значні матеріальні збитки. Ймовірність виникнення оцінюється як віддалена — D, оскільки за умови дотримання правил експлуатації подія є малоймовірною, але можливою.

Таблиця 4.3.4 — Оцінка ризику падіння вантажу під час роботи баштового крана

Показник	Значення
Вид небезпеки	Падіння вантажу
Категорія серйозності	II — критична
Рівень ймовірності	D — віддалена
Індекс ризику	2D
Класифікація ризику	Небажаний (гранично допустимий)

Для зниження ризику необхідно забезпечити:

- регулярний технічний огляд крана;
- перевірку вантажозахоплювальних пристроїв;
- допуск до роботи лише атестованих кранівників і стропальників;
- обмеження доступу працівників у небезпечну зону роботи крана;
- використання справних засобів сигналізації та зв'язку.

Оцінка ризику для електрогазозварника

Під час виконання електрозварювальних робіт основною небезпекою є ураження електричним струмом, а також можливість виникнення пожежі або опіків.

Категорія небезпеки приймається як критична — II, оскільки ураження електричним струмом може спричинити тяжкі травми або смертельний випадок. Ймовірність виникнення оцінюється як випадкова — C, оскільки при недотриманні вимог електробезпеки небезпечна ситуація може виникнути періодично.

Таблиця 4.3.5 — Оцінка ризику ураження електричним струмом

Показник	Значення
Вид небезпеки	Ураження електричним струмом
Категорія серйозності	II — критична
Рівень ймовірності	C — випадкова
Індекс ризику	2C
Класифікація ризику	Небажаний (гранично допустимий)

Для зменшення ризику необхідно:

- використовувати справне електрозварювальне обладнання;
- виконувати заземлення електроустановок;
- застосовувати діелектричні рукавиці та спецодяг;
- проводити регулярний контроль стану кабелів;
- здійснювати інструктажі з електробезпеки.

Оцінка ризику для монтажника будівельних конструкцій

Під час монтажу плит перекриття та виконання робіт на висоті існує небезпека падіння працівника з висоти. Основними причинами є відсутність страхувальних засобів, слизькі поверхні або порушення технології монтажу.

Категорія небезпеки приймається як катастрофічна — I, оскільки падіння з висоти може призвести до смертельного травмування. Ймовірність виникнення оцінюється як віддалена — D.

Таблиця 4.3.6 — Оцінка ризику падіння працівника з висоти

Показник	Значення
Вид небезпеки	Падіння з висоти
Категорія серйозності	I — катастрофічна
Рівень ймовірності	D — віддалена
Індекс ризику	1D
Класифікація ризику	Небажаний (гранично допустимий)

Для зниження ризику необхідно:

- використовувати страхувальні пояси;
- встановлювати тимчасові огороження;
- забезпечити працівників касками та спецвзуттям;
- проводити контроль за дотриманням технології монтажу;
- не допускати працівників без проходження інструктажу до висотних робіт.

Проведений аналіз показав, що найбільш небезпечними на будівельному майданчику є роботи на висоті, експлуатація вантажопідійомної техніки та

використання електрообладнання. Визначені ризики належать переважно до категорії небажаних або гранично допустимих, що вимагає впровадження комплексу організаційно-технічних заходів для їх мінімізації.

Для забезпечення безпечних умов праці на об'єкті проєктування необхідно передбачити сучасні засоби колективного та індивідуального захисту, систематичний контроль технічного стану обладнання, навчання працівників безпечним методам роботи та постійний моніторинг виробничих ризиків під час виконання будівельно-монтажних робіт.

4.4 Розроблення організаційно-технічних заходів щодо покращення умов праці під час будівництва житлового будинку

За результатами аналізу умов праці та оцінювання професійних ризиків встановлено, що найбільш небезпечними під час будівництва багатоповерхового житлового будинку є роботи на висоті, експлуатація вантажопідйомної техніки, використання електрообладнання, а також дія підвищених рівнів шуму, пилу та вібрації. Для забезпечення безпечних умов праці на будівельному майданчику необхідно впровадити комплекс організаційних, технологічних та інженерно-технічних заходів, спрямованих на зниження рівня виробничого ризику та попередження виникнення аварійних ситуацій.

Організаційні заходи є важливою складовою системи управління охороною праці та передбачають створення належних умов для безпечного виконання робіт. На будівельному майданчику повинна функціонувати система управління охороною праці, яка включає проведення вступного, первинного, повторного та позапланового інструктажів. Усі працівники до початку виконання робіт повинні проходити навчання та перевірку знань з охорони праці відповідно до вимог чинного законодавства.

До виконання висотних, монтажних та електротехнічних робіт допускаються лише працівники, які мають відповідну кваліфікацію, пройшли медичний огляд та отримали допуск до виконання робіт підвищеної небезпеки. Для кранівників, стропальників, електрозварників та

електромонтажників передбачаються додаткові перевірки знань правил безпечної експлуатації обладнання.

На робочих місцях повинні бути розроблені та розміщені інструкції з охорони праці, схеми безпечного переміщення працівників, попереджувальні знаки та сигнальні огороження небезпечних зон. Особливу увагу необхідно приділяти організації зон роботи баштового крана, місць виконання монтажних робіт та ділянок руху будівельної техніки.

Для зниження психофізіологічного навантаження на працівників необхідно забезпечити раціональний режим праці та відпочинку. Тривалість робочої зміни повинна відповідати вимогам трудового законодавства, а працівники повинні мати перерви для відпочинку та обігріву в холодний період року. На території будівельного майданчика необхідно передбачити побутові приміщення, кімнати для відпочинку, санітарні вузли та місця приймання їжі.

Одним із важливих напрямків покращення умов праці є забезпечення нормативного мікроклімату на робочих місцях. Під час виконання внутрішніх оздоблювальних робіт температура повітря в приміщеннях повинна відповідати санітарним нормам і становити не менше +15 °С у холодний період року. Для цього передбачається використання тимчасових систем опалення та вентиляції.

На відкритих ділянках будівельного майданчика працівники піддаються впливу атмосферних факторів, зокрема низьких температур, вітру та опадів. Для захисту працівників у зимовий період необхідно застосовувати утеплений спецодяг, а також організовувати місця обігріву.

Підвищений рівень шуму на будівельному майданчику виникає внаслідок роботи будівельних машин, компресорів, вібраторів та монтажних механізмів. Для зниження шумового навантаження необхідно використовувати технічно справне обладнання, своєчасно проводити технічне обслуговування механізмів та застосовувати сучасні машини зі зниженим рівнем шуму. Працівники, які перебувають у зоні підвищеного шуму, повинні

забезпечуватися індивідуальними засобами захисту органів слуху — навушниками або протишумовими вкладишами.

Для зменшення вібраційного впливу необхідно застосовувати віброізольовані ручки механізованого інструменту, а також обмежувати тривалість безперервної роботи з вібраційним обладнанням. Під час роботи з глибинними вібраторами або відбійними молотками необхідно дотримуватися встановлених режимів праці.

Важливим напрямком забезпечення безпечних умов праці є боротьба із запиленістю повітря робочої зони. Під час виконання земляних робіт, різання цегли та приготування будівельних сумішей необхідно застосовувати зволоження поверхонь та локальні системи пилопригнічення. Робітники, які працюють у запиленому середовищі, повинні використовувати респіратори та захисні окуляри.

Особлива увага приділяється забезпеченню нормативного рівня освітленості на будівельному майданчику. Недостатнє освітлення може призвести до травмування працівників, особливо під час виконання монтажних робіт та роботи з електроінструментом. Освітлення робочих місць повинно відповідати вимогам ДБН В.2.5-28:2018.

Для основних будівельних робіт приймається нормативна освітленість:

- для монтажних робіт — не менше 50 лк;
- для бетонних робіт — не менше 30 лк;
- для електромонтажних та оздоблювальних робіт — 100-150 лк;
- для проходів і проїздів — 10-20 лк.

Розрахунок необхідної кількості прожекторів для освітлення монтажної зони виконується за формулою:

$$N = E \cdot S \cdot k / F \cdot \eta$$

де:

E — нормативна освітленість;

S — площа освітлюваної ділянки;

k — коефіцієнт запасу;

F — світловий потік одного прожектора;

η — коефіцієнт використання світлового потоку.

Для монтажної ділянки площею 450 м² при освітленості 50 лк приймаємо:

- коефіцієнт запасу $k=1,5$;
- світловий потік прожектора $F=20000$ лм;
- коефіцієнт використання $\eta =0,6$.

Тоді:

$$N=50 \cdot 450 \cdot 1,5 / 20000 \cdot 0,6 = 2,8$$

Приймається 3 прожектори для освітлення монтажної зони.

Важливе значення має забезпечення електробезпеки на будівельному майданчику. Тимчасові електромережі повинні виконуватися із застосуванням ізольованих кабелів та захисного заземлення. Для запобігання ураженню електричним струмом необхідно використовувати автоматичні пристрої захисного відключення.

Опір заземлювального пристрою не повинен перевищувати нормативного значення: $R_z \leq 4$ Ом.

Для захисту працівників від ураження електричним струмом необхідно:

- регулярно перевіряти стан ізоляції кабелів;
- використовувати електроінструмент із подвійною ізоляцією;
- виконувати періодичні вимірювання опору заземлення;
- застосовувати переносні понижувальні трансформатори для роботи в умовах підвищеної небезпеки.

Під час виконання висотних робіт необхідно застосовувати комплекс технічних заходів безпеки. Усі робочі місця на висоті повинні обладнуватися захисними огороженнями висотою не менше 1,1 м. Для працівників передбачаються страхувальні системи, запобіжні пояси та анкерні пристрої.

Монтаж плит перекриття виконується лише за наявності справних вантажозахоплювальних пристроїв та під контролем відповідальної особи. Забороняється перебування людей у зоні переміщення вантажу.

Для підвищення пожежної безпеки на будівельному майданчику передбачаються:

- пожежні щити;
- вогнегасники;
- резервуари з водою;
- вільні пожежні проїзди;
- заборона складування горючих матеріалів поблизу тимчасових споруд.

Під час виконання зварювальних робіт місця проведення робіт очищаються від легкозаймистих матеріалів, а працівники забезпечуються вогнестійким спецодягом та захисними щитками.

Реалізація запропонованих організаційних та технічних заходів дозволить значно знизити рівень професійного ризику на будівельному майданчику, покращити умови праці працівників, забезпечити безпечне виконання будівельно-монтажних робіт та запобігти виникненню аварійних ситуацій під час зведення житлового будинку.

4.5 Висновки

У розділі «Охорона праці» виконано аналіз умов праці під час будівництва 10-поверхового житлового будинку та досліджено основні небезпечні й шкідливі виробничі фактори, що можуть виникати під час виконання будівельно-монтажних робіт. Основною метою розділу було розроблення комплексу організаційно-технічних заходів, спрямованих на забезпечення безпечних умов праці, зниження рівня виробничого травматизму та попередження виникнення аварійних ситуацій на будівельному майданчику.

У процесі виконання розділу проведено аналіз чинної нормативно-правової бази з охорони праці та промислової безпеки у будівництві. Встановлено, що організація будівельного виробництва повинна здійснюватися відповідно до вимог законодавства України, державних будівельних норм, правил охорони праці та пожежної безпеки.

Під час аналізу умов праці визначено основні небезпечні та шкідливі виробничі фактори, характерні для будівельного майданчика. До них

віднесено роботи на висоті, експлуатацію вантажопідйомної техніки, підвищений рівень шуму та вібрації, запиленість повітря робочої зони, небезпеку ураження електричним струмом, а також ризик падіння вантажів і будівельних конструкцій.

У розділі виконано оцінювання професійних ризиків методом матричного аналізу небезпек. Проведено дослідження ризику для кранівника, електрогазозварника та монтажника будівельних конструкцій. Визначено категорії небезпек, рівні ймовірності виникнення небезпечних ситуацій та встановлено ступені допустимості ризиків. За результатами оцінювання встановлено, що найбільш небезпечними є роботи на висоті та експлуатація вантажопідйомних механізмів.

Для зниження рівня професійного ризику запропоновано комплекс організаційних та технічних заходів. Передбачено проведення систематичного навчання та інструктажів з охорони праці, забезпечення працівників засобами індивідуального захисту, організацію безпечних робочих місць, встановлення огорожень небезпечних зон та застосування попереджувальних знаків безпеки.

Особлива увага приділена забезпеченню електробезпеки, нормалізації мікроклімату, зниженню рівня шуму та вібрації, організації нормативного освітлення будівельного майданчика та підвищенню пожежної безпеки об'єкта. Також запропоновано заходи щодо безпечного виконання монтажних робіт та експлуатації будівельної техніки.

Запропоновані рішення дозволяють суттєво покращити умови праці працівників, зменшити вплив небезпечних виробничих факторів, підвищити рівень безпеки виконання будівельно-монтажних робіт та забезпечити стабільну й безпечну організацію будівельного процесу. Реалізація розроблених заходів сприятиме зниженню рівня виробничого травматизму, підвищенню ефективності праці та забезпеченню належного рівня охорони праці на об'єкті будівництва.

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
21. М. Н. Джалалов, С. М. Братішко Оптимізація організаційних параметрів будівельного виробництва / Харків: Друкарня «Мадрид», 2026. – 152 с. ISBN 978-617-8254-43-8