

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

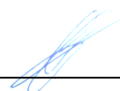
**НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
БУДІВНИЦТВА, ЗЕМЛЕУСТРОЮ ТА ЦИВІЛЬНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ**

Кафедра геотехніки, підземних споруд та гідротехнічного будівництва

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА
ДЕВ'ЯТИПОВЕРХОВИЙ ЖИТЛОВИЙ БУДИНОК У МІСТІ
ХАРКІВ**

Виконав: студент 4 курсу, ХарПЦБ22-13

Спеціальності 192 – Будівництво та цивільна
інженерія Освітня програма – Промислове та цивільне
будівництво

_____  Лосєв Р.С.

Керівник _____  Стріжельчик Г.Г.

Рецензент _____  Храпатова І.В.

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

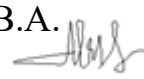
**НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
БУДІВНИЦТВА, ЗЕМЛЕУСТРОЮ ТА ЦИВІЛЬНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ГПСГБ

к.т.н., доц. Александрович В.А.

”02” березня 2026 року



ЗАВДАННЯ
ДО ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ БАКАЛАВРА

ЛОСЄВ РОМАН СЕРГІЙОВИЧ

Спеціальність 192 – Будівництво та цивільна інженерія

Освітньо-професійна програма Промислове та цивільне будівництво

Тема кваліфікаційної роботи:

Дев'ятиповерховий житловий будинок у місті Харків

затверджена наказом ректора ХНУМГ від «27» лютого 2026 р. № 187-03

Термін подання завершеної роботи на кафедру « 17 » 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.

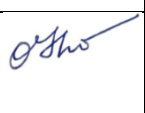
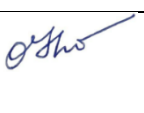
Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):

- архітектурно-будівельна частина: архітектурно-конструктивне рішення об'єкту будівництва, плани першого та типового поверхів, розріз, фасад, генеральний план (1-2 листи формату А1)

- розрахунково-конструктивна частина: конструктивне рішення фундаментів, конструктивне рішення несучих конструкцій перекриття будівлі: опалубочні креслення, схеми армування, креслення арматурних виробів, специфікації (3 листи формату А1)

- технологічні рішення та організація будівництва: технологічна карта виконання одного з основних видів робіт за завданням консультанта розділу.

КОНСУЛЬТАНТИ РОЗДІЛІВ РОБОТИ

Розділ		Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
			завдання видав	завдання прийняв
1. Архітектурно-будівельна частина		к.т.н., доц., зав. каф. МБ Завальний О.В.		
2. Розрахунково-конструктивна частина	Розрахунок підземної частини об'єкту	к.г.-м.н., проф. каф.ГПСГБ Стріжельчик Г.Г.		
	Розрахунок надземної частини об'єкту	к.т.н., доц., каф. БК Шемет Р.М.		
3. Технологічні рішення та організація будівництва		к.т.н., доц. Братішко С.М.		
4. Охорона праці		к.т.н., доц. Нікітченко О.Ю.		
Нормоконтроль		Гаврилюк О.В.		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Архітектурно-будівельна частина	02.03-20.03.2026	виконано
2.	Розрахунково-конструктивна частина	21.03-17.04.2026	виконано
3.	Технологічні рішення та організація будівництва	18.04-12.05.2026	виконано
4.	Охорона праці	13.05-30.05.2026	виконано

Керівник кваліфікаційної роботи, к.г.-м.н., проф.



Стріжельчик Г.Г.

Завдання прийняв до виконання



Лосєв Р. С.

Дата видачі завдання "02" березня 2026 р.

ЗМІСТ

1. Архітектурно-будівельна частина	5
1.2 Об'ємно-планувальні рішення	7
1.3 Архітектурно-конструктивні рішення	8
1.4 Теплотехнічний розрахунок зовнішньої стіни	18
2. Розрахунково-конструктивна частина	20
2.1 Розрахунок підземної частини об'єкту	20
2.2 Розрахунок надземної частини об'єкту	31
3. Технологічні рішення та організація будівництва	44
4. Охорона праці	56
Список використаних джерел	71

1. Архітектурно-будівельна частина

1.1 Вихідні дані для проєктування будівлі

Об'єктом проєктування є багатоквартирний житловий будинок, призначений для постійного проживання населення та забезпечення комфортних побутових умов відповідно до чинних нормативних вимог. Будівництво передбачається у місті Харків, яке належить до першого кліматичного району України згідно з [3].

Кліматичні умови району будівництва характеризуються помірно холодним зимовим періодом. Нормативне значення снігового навантаження для даного району становить 1600 Па. Розрахункова глибина сезонного промерзання ґрунтів приймається 1,10 м. Середня температура найбільш холодної п'ятиденки становить мінус 23 °С, найбільш холодної доби – мінус 28 °С. Абсолютний мінімум температури повітря досягає мінус 36 °С, а максимальне значення у теплий період року становить плюс 39 °С.

Запроєктована будівля має дев'ять поверхів та складається з двох секцій. Висота поверху прийнята 3,0 м, що забезпечує необхідні санітарно-гігієнічні та експлуатаційні показники внутрішнього простору.

Конструктивна схема будівлі передбачає використання пальових залізобетонних фундаментів із монолітним ростверком, що забезпечує надійність і довговічність споруди в умовах місцевих ґрунтів. Зовнішні та внутрішні несучі стіни виконуються із силікатної цегли. Стіни підвальної частини передбачено зі збірних бетонних фундаментних блоків відповідно до вимог ДСТУ Б В.2.6-108:2010.

Міжповерхові перекриття прийнято зі збірних залізобетонних багатопустотних плит, що характеризуються достатньою несучою здатністю та добрими звукоізоляційними властивостями. Сходові клітки формуються зі збірних залізобетонних маршів і площадок заводського виготовлення.

Горищний простір запроєктовано за типом холодного горища, що сприяє вентиляції покрівельної конструкції та підвищує її експлуатаційну надійність.

Покрівля будівлі – плоска рулонна, з організованим внутрішнім водовідведенням атмосферних опадів.

Внутрішні перегородки між житловими кімнатами виконуються із силікатної цегли, а міжквартирні – із піноблоків, що забезпечує необхідний рівень звукоізоляції та пожежної безпеки.

Лоджії та балкони передбачено у вигляді збірних залізобетонних суцільних плит. Підлоги у житлових кімнатах, передпокоях і коморах виконуються з лінолеуму, тоді як у санітарних вузлах, ванних кімнатах, сходових клітках, тамбурах, приміщенні консьєржа, а також на балконах і лоджіях застосовується керамічна плитка.

Віконні блоки та балконні двері приймаються з полівінілхлоридних профілів із сучасними склопакетами, що забезпечують енергоефективність та належну шумоізоляцію. Вхідні двері передбачені металевими, протиударними та протипожежними. Внутрішні двері виконуються у вигляді дерев'яних блоків із глухими або заскленими полотнами.

Під усією будівлею запроєктовано технічне підпілля для розміщення інженерних мереж та забезпечення зручності їх експлуатації.

Ділянка будівництва розташована в межах сформованої житлової забудови міста Харків. Розміщення житлової зони прийнято з урахуванням переважаючих напрямків вітру відповідно до даних рози вітрів для літнього та зимового періодів.

Транспортне обслуговування території забезпечується існуючою міською мережею вулиць, доріг і маршрутів громадського транспорту. Геометричні параметри проїздів, тротуарів та пішохідних шляхів прийнято згідно з вимогами ДБН Б.2.2-12:2019 «Планування та забудова територій» та ДБН В.2.3-5:2018 «Вулиці та дороги населених пунктів».

Для покращення санітарно-гігієнічного стану території, формування сприятливого мікроклімату та підвищення естетичних якостей прибудинкового простору передбачено комплексне озеленення ділянки.

1.2 Об'ємно-планувальні рішення

В основу прийнятого об'ємно-планувального рішення проектного житлового будинку покладено сучасні містобудівні та архітектурно-планувальні принципи, спрямовані на забезпечення нормативного рівня комфортності проживання, функціональної доцільності приміщень і раціональної організації внутрішнього простору. Проектні рішення розроблено з урахуванням вимог чинних нормативних документів, зокрема ДБН В.2.2-24:2009, які регламентують основні підходи до формування об'ємно-планувальної структури висотних житлових будівель.

Житлові квартири в будівлі запроєктовано диференційовано за кількістю кімнат та площею, що забезпечує варіативність житлового фонду та відповідність різним соціально-побутовим потребам мешканців. Номенклатура приміщень, їх мінімально допустимі та рекомендовані площі прийняті згідно з чинними нормативами житлового проектування, що гарантує дотримання санітарно-гігієнічних, ергономічних та функціональних вимог до житла.

Проектований житловий будинок у плані має чітко виражену прямокутну конфігурацію з габаритами в осях $42,4 \times 14,4$ м, що сприяє раціональному використанню території забудови та спрощує конструктивно-технологічні рішення. Будівля є дев'ятиповерховою, що відносить її до багатоповерхового житлового фонду, з секційною планувальною структурою у складі двох житлових секцій. Така система планування забезпечує ефективну організацію вертикальних комунікацій, скорочення шляхів евакуації та оптимізацію інженерного обслуговування будинку.

Висота типового поверху прийнята 3,0 м, що відповідає сучасним вимогам до житлових багатоповерхових будівель і забезпечує необхідний рівень інсоляції та повітрообміну. Висота житлових приміщень квартир становить 2,7 м, що є нормативно обґрунтованим значенням для комфортного проживання. Будівля включає 54 квартири різної кімнатності, зокрема: однокімнатні – 9 шт., двокімнатні – 36 шт., трикімнатні – 9 шт., що формує збалансовану структуру житлового фонду.

Об'ємно-просторове рішення передбачає плоску конструкцію покрівлі з організованою внутрішньою системою водовідведення, що дозволяє ефективно відводити атмосферні опади без порушення архітектурної цілісності фасадів. Наявність технічного підпілля висотою 2,0 м забезпечує розміщення інженерних комунікацій та підвищує експлуатаційну зручність будівлі.

За показниками пожежної безпеки будівля відноситься до II ступеня вогнестійкості, що визначає нормативний рівень межі вогнестійкості основних конструкцій та забезпечує необхідний час для евакуації людей і проведення аварійно-рятувальних заходів у разі виникнення пожежі. За показниками довговічності будівля відповідає I ступеню, що свідчить про підвищені вимоги до надійності та тривалості експлуатації конструктивних елементів.

Техніко-економічні показники об'ємно-планувального рішення характеризують ефективність використання будівельного об'єму та земельної ділянки. Площа забудови становить 716,85 м², житлова площа квартир – 2290,38 м², площа літніх приміщень для відпочинку – 669,72 м², загальна площа квартир – 4085,55 м². Будівельний об'єм споруди дорівнює 21755,53 м³, а умовна висота будівлі становить 32,4 м.

У сукупності прийняті об'ємно-планувальні рішення забезпечують раціональну архітектурно-просторову організацію житлового будинку, відповідають сучасним нормативним вимогам і сприяють формуванню комфортного та безпечного середовища для проживання.

1.3 Архітектурно-конструктивні рішення

Конструктивна схема проєктованого житлового будинку прийнята стінового типу з поздовжніми несучими стінами. Зазначена схема являє собою просторово взаємопов'язану систему вертикальних і горизонтальних несучих елементів, спільна робота яких забезпечує необхідні показники міцності, просторової жорсткості, стійкості та експлуатаційної надійності будівлі впродовж нормативного строку служби.

До горизонтальних несучих конструкцій належать міжповерхові перекриття та покриття, які сприймають постійні й тимчасові вертикальні навантаження, а також горизонтальні впливи, після чого передають їх на несучі стіни. Останні передають зусилля через фундаментні конструкції на ґрунтову основу. Така схема роботи забезпечує рівномірний розподіл навантажень та стійкість будинку в цілому.

Будівля запроектована за традиційною будівельною системою із застосуванням кам'яної кладки ручного мурування та збірних залізобетонних елементів. Основними конструктивними елементами є цегляні несучі стіни, збірні залізобетонні плити перекриттів, збірні сходові марші та площадки, перемички, балконні плити, лоджії та козирки. Використання комбінованої системи дозволяє поєднати високу несучу здатність, довговічність та технологічність монтажу.

Сприйняття вертикальних навантажень забезпечується системою «основа – фундаменти – стіни – перекриття». До складу вертикальних навантажень належать власна вага конструктивних елементів будівлі, тимчасові корисні навантаження на перекриття, нормативне значення яких приймається 150 кг/м^2 , снігове навантаження – 160 кг/м^2 відповідно до ДБН В.1.2-2:2006, а також тиск ґрунту на обрізи фундаментів.

Просторова жорсткість і стійкість будинку від горизонтальних навантажень забезпечуються спільною роботою поздовжніх і поперечних зовнішніх та внутрішніх стін із жорсткими горизонтальними дисками перекриттів, утвореними збірними залізобетонними плитами. До горизонтальних впливів належать боковий тиск ґрунту на стіни технічного підпілля та фундаментів, а також вітрове навантаження, нормативне значення якого становить 43 кг/м^2 .

За рівнем відповідальності об'єкт належить до класу наслідків СС2 відповідно до ДСТУ 8855:2019. Категорія складності об'єкта – III, що відповідає конструктивним та експлуатаційним характеристикам багатоповерхового житлового будинку.

Для підвищення просторової жорсткості та рівномірного перерозподілу навантажень у будівлі передбачено влаштування монолітних залізобетонних поясів через кожні три поверхи по внутрішніх і зовнішніх стінах. Переріз поясів становить 350×780 мм, бетон класу С35/45. Наявність таких поясів підвищує сейсмостійкість, тріщиностійкість та просторову незмінність конструктивної системи.

У кожній секції будинку передбачено встановлення одного ліфта. Ліфтові шахти виконуються з цегляної кладки, що забезпечує достатню жорсткість, вогнестійкість та звукоізоляційні характеристики конструкції.

Фундаменти

У проєкті прийнято пальові фундаменти із збірних залізобетонних забивних паль довжиною 7,0 м та поперечним перерізом 300×300 мм. Застосування пальових фундаментів обумовлене інженерно-геологічними умовами майданчика та необхідністю передачі навантажень на більш міцні шари ґрунту.

По верху паль улаштовується монолітний залізобетонний ростверк стрічкового типу висотою 500 мм із бетону класу С16/20. Ростверк забезпечує об'єднання паль у єдину систему та рівномірний розподіл навантажень від стін будівлі.

Стіни підвалу

Стіни підвальної частини виконуються зі збірних бетонних фундаментних блоків. Монтаж блоків здійснюється по цементно-піщаному розчину марки М100 із обов'язковою перев'язкою вертикальних швів.

Між ростверком і стінами підвалу передбачено горизонтальну гідроізоляцію з рулонного руберойдного килима. Зовнішні поверхні стін захищаються двошаровою обмазувальною гідроізоляцією на основі бітумної мастики. Внутрішні поверхні стін підвалу оштукатурюються цементним розчином.

Стіни цокольного поверху

Стіни цоколя виконуються з керамічної цегли марки М100 на цементно-піщаному розчині марки М75. Товщина зовнішніх стін становить дві з

половиною цеглини, внутрішніх – дві цеглини. Таке рішення забезпечує необхідну міцність і стійкість у зоні найбільших навантажень.

Зовнішні та внутрішні стіни

Зовнішні стіни прийнято багат шаровими. Несучий шар виконується з одинарної силікатної цегли марки М150 на цементно-піщаному розчині М50. Для підвищення теплозахисних властивостей передбачено утеплення пінополістирольними плитами товщиною 100 мм. Загальна товщина зовнішньої стіни становить 630 мм. Зовнішнє оздоблення виконується декоративною штукатуркою.

Армування кладки здійснюється сталевими сітками з дроту Ø4 Вр-1, які укладаються у горизонтальних швах у місцях концентрації напружень: у кутах, зонах примикання стін, простінках, а також на рівні верху та низу прорізів.

Внутрішні несучі стіни виконуються із силікатної цегли товщиною 380 мм та додатково армуються сталевими сітками. Міжквартирні несучі стіни товщиною 300 мм передбачено з піноблоків, що забезпечує покращені тепло- та звукоізоляційні характеристики.

У внутрішніх стінах передбачаються вентиляційні канали перерізом 140 × 140 мм та 270 × 270 мм для організації природної вентиляції приміщень. Армування зовнішніх і внутрішніх стін здійснюється сітками Ø4 Вр-1 з кроком 100 × 100 мм через кожні п'ять рядів кладки, а на першому–третьому поверхах — через кожні три ряди, що обумовлено підвищеним навантаженням нижніх поверхів.

Перемички

Для перекриття дверних і віконних прорізів у зовнішніх та внутрішніх стінах застосовуються збірні залізобетонні брускі перемички, що монтуються в процесі мурування стін. Між собою перемички з'єднуються сталевим дротом діаметром 4–6 мм для забезпечення сумісної роботи елементів.

Довжина опирання перемичок на стіни приймається залежно від типу конструкції та величини прорізу: для рядових перемичок – не менше 125 мм, для

несучих перемичок – не менше 250 мм. Це забезпечує надійну передачу навантажень від вищерозташованих конструкцій на кладку стін.

Плити перекриття

Проектом передбачено влаштування перекриттів із збірних багатопустотних залізобетонних плит, виготовлених із важкого бетону класу С16/20. Товщина плит становить 220 мм.

Спирання плит здійснюється на несучі стіни з двох боків із глибиною опирання 120 мм. Порожнини плит у місцях опор заповнюються бетонними вставками, що забезпечує підсилення торцевих ділянок, а також покращує тепло- та звукоізоляційні властивості завдяки формуванню замкненого повітряного простору.

На бічних гранях плит передбачені заглиблення для підвищення зчеплення з бетоном після замонолічування стиків. Нижня поверхня плит вирівнюється, затирається та підлягає побілці. Крім того, плити анкеруються до стін, перемичок і монолітних залізобетонних елементів.

Перегородки

Об'ємно-планувальним рішенням будівлі передбачено влаштування міжквартирних перегородок із піноблоків товщиною 300 мм. Внутрішні міжкімнатні перегородки виконуються із силікатної цегли товщиною 120 мм.

Сходові марші та площадки

Проектом запроєктовано сходи зі збірних великорозмірних залізобетонних елементів маршів і площадок.

Для забезпечення безпеки експлуатації сходові марші обладнуються огороженнями з поручнями висотою 1,0 м. Нижня поверхня маршів виконується з чистого бетону, затирається та білиться. Покриття підлоги сходових площадок передбачено з керамічної плитки.

Ширина маршів становить 1200 мм, ширина площадок – 1530 мм. Ухил сходових маршів прийнято 1:2. Марші спираються на уступи сходових площадок.

Вікна та балконні двері

Для забезпечення необхідного рівня природного освітлення, інсоляції та можливості провітрювання приміщень у проєкті передбачено встановлення металопластикових віконних блоків із полівінілхлоридних профілів зі склопакетами. Такі конструкції забезпечують належні теплотехнічні, звукоізоляційні та експлуатаційні характеристики, а також відповідають сучасним вимогам до житлових будівель.

Віконний блок складається з рами, яка закріплюється у віконному прорізі не менше ніж у двох точках по висоті, та глухих або відкритих стулок. Простір між віконною коробкою і стіною заповнюється монтажною піною, що забезпечує герметичність вузла примикання та зменшує тепловтрати. Після встановлення вікон виконуються внутрішні та зовнішні відкоси.

Балконні двері приймаються металопластиковими зі склопакетами. Їх конструктивне рішення забезпечує зручний вихід на балкони та лоджії, а також сприяє збереженню тепла у приміщеннях.

Двері

У проєкті передбачено встановлення вхідних металевих дверей, які мають підвищену міцність, ударостійкість і необхідні протипожежні характеристики. Конструкція дверного блока складається з дверної коробки, закріпленої у прорізі щонайменше у двох місцях по висоті, та дверного полотна, навішеного на петлі.

Дверні полотна передбачаються щитової конструкції з облицюванням твердими деревоволокнистими плитами. Зазори між коробкою та стіною або перегородкою заповнюються монтажною піною. Після монтажу місця примикання закриваються лиштвами, а відкоси штукатуряться та оздоблюються відповідно до прийнятих архітектурних рішень.

Балкони та козирки

Балконні плити прийняті у вигляді збірних залізобетонних плоских суцільних консольних елементів за серією 1.137.1-9. Козирки виконуються зі збірних залізобетонних суцільних плит, які забезпечують захист входів і окремих ділянок фасаду від атмосферних опадів.

Плити балконів, лоджій та козирків спираються на несучі стіни будівлі. Їх з'єднання з плитами перекриття та стіновими конструкціями здійснюється шляхом зварювання закладних деталей, а також за допомогою анкерів зі смугової сталі. Таке рішення забезпечує просторову жорсткість вузлів і надійну передачу навантажень на несучі елементи будівлі.

Огородження балконів виконуються із збірних залізобетонних екранів та металевих елементів. По периметру балконних плит передбачено встановлення оцинкованих відливів і фартухів для захисту конструкцій від зволоження. Гідроізоляція балконів і козирків виконується з двох шарів руберойду на бітумній мастиці. Конструктивні рішення прийняті відповідно до серії 2.130-1, випуски 9 та 11.

Лоджії

У будівлі передбачено лоджії зі збірних залізобетонних плит. Плити лоджій спираються на поперечні несучі стіни будівлі, що забезпечує їх стійкість і надійну роботу під час експлуатації. Товщина плит лоджій становить 220 мм.

Покриття підлоги лоджій виконується з керамічної плитки, яка має достатню зносостійкість, вологостійкість та придатна для експлуатації в умовах періодичного зволоження і температурних коливань.

Підлоги

Конструкції підлог у проєкті прийняті з урахуванням функціонального призначення приміщень, умов експлуатації, архітектурно-планувальних рішень, вимог довговічності та економічної доцільності. Запроєктовані типи підлог забезпечують необхідні теплотехнічні, санітарно-гігієнічні та експлуатаційні показники для житлової будівлі.

У житлових кімнатах, кухнях, передпокоях і коморах передбачено влаштування підлог із лінолеуму на тепло- та звукоізоляційній основі. Таке покриття є зручним в експлуатації, має достатню зносостійкість і забезпечує комфортні умови проживання.

У санвузлах і ванних кімнатах прийнято підлогу з керамічної плитки на цементно-піщаному розчині. Це рішення забезпечує вологостійкість, гігієнічність і довговічність покриття.

На сходових площадках, у тамбурах, приміщенні консьєржа, на лоджіях і балконах передбачено покриття з керамічної плитки на цементно-піщаному розчині товщиною 20 мм. Такий тип підлоги є стійким до стирання, механічних впливів та періодичного зволоження.

Дах і покрівля

Проектом передбачено влаштування плоского даху з холодним горищем. Покрівельне покриття виконується з трьох шарів руберойду із захисним верхнім шаром. Рулонний покрівельний матеріал укладається на бітумній мастиці, що забезпечує водонепроникність покрівельного килима.

Основою покрівельної конструкції є збірні багатопустотні залізобетонні плити товщиною 220 мм із важкого бетону. Теплоізоляційний шар улаштовується по горищному перекриттю з керамзиту товщиною 170 мм. Керамзитовий шар укладається по пароізоляції та зверху захищається цементно-піщаною стяжкою товщиною 30 мм.

Пароізоляція виконується шляхом нанесення бітумно-каучукової мастики товщиною 1 мм. Вона запобігає проникненню водяної пари з внутрішніх приміщень у теплоізоляційний шар і сприяє збереженню його теплотехнічних властивостей.

Водовідведення з покрівлі прийнято внутрішнє організоване. Атмосферні опади відводяться з покрівлі через систему внутрішніх водостоків із подальшим випуском води на вимощення та озеленену територію.

Зовнішні цегляні стіни завершуються парапетом висотою 600 мм. Верх парапету захищається оцинкованою покрівельною сталлю, яка кріпиться до металевих костилів, замурованих у кладку. Це запобігає зволоженню верхньої частини стіни та підвищує довговічність огорожувальних конструкцій.

Вимощення

Для захисту фундаментів і цокольної частини будівлі від поверхневих вод по всьому периметру житлового будинку передбачено влаштування вимощення шириною 1500 мм. Ухил вимощення від цоколя приймається 3 %, що забезпечує відведення атмосферних опадів від стін будівлі.

Конструкція вимощення складається з шару асфальтобетону товщиною 25 мм, укладеного по щебеневій основі товщиною 100 мм. По зовнішньому краю вимощення встановлюється збірний залізобетонний бордюр, який фіксує покриття та запобігає його руйнуванню по краях.

Внутрішнє оздоблення

Внутрішнє оздоблення приміщень прийняте з урахуванням їх функціонального призначення та експлуатаційних умов. Стелі у всіх приміщеннях шпаклюються та біляться.

Стіни й перегородки житлових кімнат і передпокоїв оздоблюються шпалерами по оштукатуреній поверхні. Таке рішення забезпечує естетичний вигляд приміщень і відповідає вимогам житлового будівництва.

У кухнях, санвузлах, ванних кімнатах, тамбурах, коморах, сходових клітках та приміщенні консьєржа стіни фарбуються акриловими складами по штукатурці. Акрилові покриття мають достатню зносостійкість, легко очищуються та придатні для приміщень із підвищеними експлуатаційними вимогами.

Зовнішнє оздоблення

Зовнішні фасадні стіни будівлі утеплюються мінераловатними плитами з подальшим нанесенням цементно-піщаної фасадної штукатурки. Таке рішення покращує теплотехнічні характеристики зовнішніх огорожувальних конструкцій, зменшує тепловтрати та забезпечує належний архітектурний вигляд фасаду.

Поверхні плит лоджій і балконів шпаклюються та фарбуються фасадною фарбою, стійкою до атмосферних впливів. Віконні блоки, балконні та входні двері, а також балконні огороження фарбуються масляною фарбою у два шари.

Цоколь будівлі оздоблюється цементно-піщаною штукатуркою типу «під шубу» з подальшим фарбуванням фасадною фарбою. Таке оздоблення забезпечує захист нижньої частини будівлі від механічних пошкоджень і атмосферного зволоження.

Сантехнічні системи

Інженерне обладнання будівлі передбачає підключення до міських інженерних мереж. Опалення будівлі приймається централізованим від міських теплових мереж.

Холодне водопостачання здійснюється від централізованої міської водопровідної мережі. Водовідведення побутових стоків передбачається через систему внутрішньої каналізації з підключенням до міської каналізаційної мережі.

Вентиляція у будівлі передбачена природна припливно-витяжна. Видалення забрудненого повітря здійснюється через вентиляційні канали з витяжками у кухнях та санвузлах.

Газопостачання будівлі передбачається від міських газових мереж. Дощова каналізація організовується з випуском води на вимощення та прилеглу озеленену територію.

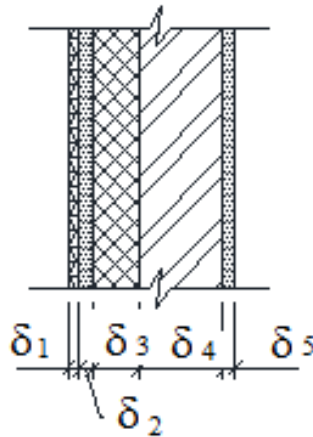
Електротехнічні та слабкострумні системи

Електропостачання житлового будинку передбачається від міських електричних мереж. Проектом також передбачаються слабкострумні системи, необхідні для нормальної експлуатації будівлі.

Радіофікація виконується від міської радіотрансляційної мережі. Телевізійний сигнал приймається через зовнішні колективні телевізійні антени, встановлені в кожній секції будинку.

Блискавкозахист будівлі передбачається відповідно до вимог ДСТУ Б В.2.5-38:2008. Його влаштування забезпечує захист конструкцій, інженерних мереж і мешканців будинку від небезпечної дії атмосферних електричних розрядів.

1.4 Теплотехнічний розрахунок зовнішньої стіни



Район будівництва — м. Харків.

Згідно з прийнятими вихідними даними, район будівництва належить до сухої зони вологості. Умови експлуатації огорожувальної конструкції приймаються за групою А.

Проектом передбачена багатошарова конструкція зовнішньої стіни, до складу якої входять такі шари:

Акрилова фасадна фарба $\delta_1 = 0,005$ м; $\gamma_1 = 1450$ кг/м³; $\lambda_1 = 0,15$ Вт/(м·К).

Декоративна штукатурка $\delta_2 = 0,005$ м; $\gamma_2 = 2000$ кг/м³; $\lambda_2 = 0,90$ Вт/(м·К).

Утеплювач — плити з мінеральної вати на синтетичному в'язучому $\delta_3 = x$; $\gamma_3 = 31$ кг/м³; $\lambda_3 = 0,04$ Вт/(м·К).

Кладка із силікатної цегли $\delta_4 = 0,51$ м; $\gamma_4 = 1800$ кг/м³; $\lambda_4 = 0,87$ Вт/(м·К).

Внутрішня штукатурка на цементно-піщаному розчині $\delta_5 = 0,01$ м; $\gamma_5 = 1700$ кг/м³; $\lambda_5 = 0,58$ Вт/(м·К).

Місто Харків відповідно до ДБН В.2.6-31:2016 належить до I температурної зони України. Для зовнішніх стін опалювальних будівель мінімально допустиме значення опору теплопередачі приймається $3,3$ м²·К/Вт.

Для опалювальних будівель повинна виконуватися умова $R_{\Sigma \text{пр}} \geq R_{q \text{ min}}$, де $R_{\Sigma \text{пр}}$ — приведений опір теплопередачі зовнішньої огорожувальної конструкції, м²·К/Вт;

$R_{q \text{ min}}$ — мінімально допустиме нормативне значення опору

теплопередачі, $\text{м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$.

Сумарний опір теплопередачі багатошарової зовнішньої стіни визначається як сума опорів тепловіддачі внутрішньої та зовнішньої поверхонь, а також термічних опорів окремих шарів конструкції:

$$R_{\Sigma \text{пр}} = 1/\alpha_{\text{в}} + \delta_1/\lambda_1 + \delta_2/\lambda_2 + \delta_3/\lambda_3 + \delta_4/\lambda_4 + \delta_5/\lambda_5 + 1/\alpha_{\text{з}},$$

де $\alpha_{\text{в}} = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ — коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні;

$\alpha_{\text{з}} = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ — коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні;

δ_i — товщина відповідного шару конструкції, м;

λ_i — коефіцієнт теплопровідності матеріалу шару, $\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$.

Підставляємо вихідні дані у формулу:

$$R_{\Sigma \text{пр}} = 1/8,7 + 0,005/0,15 + 0,005/0,90 + x/0,04 + 0,51/0,87 + 0,01/0,58 + 1/23.$$

Виконуємо обчислення термічного опору шарів без урахування утеплювача:

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

$$0,005/0,15 = 0,033 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт};$$

$$0,005/0,90 = 0,006 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт};$$

$$0,51/0,87 = 0,586 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт};$$

$$0,01/0,58 = 0,017 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт};$$

$$1/23 = 0,043 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}.$$

Сумарний опір теплопередачі без теплоізоляційного шару становить

$$R_{\Sigma \text{пр}} = 0,80 + x/0,04.$$

За нормативною умовою $0,80 + x/0,04 \geq 3,3$.

Звідси визначаємо необхідну товщину утеплювача:

$$x/0,04 \geq 3,3 - 0,80;$$

$$x/0,04 \geq 2,50;$$

$$x \geq 2,50 \cdot 0,04 = 0,10 \text{ м}.$$

Отже, мінімальна необхідна товщина теплоізоляційного шару з мінераловатних плит становить:

$$\delta_{\text{ут}} = 0,10 \text{ м}.$$

Приймаємо товщину утеплювача:

$\delta_{\text{ут}} = 100 \text{ мм.}$

Перевірка прийнятого рішення:

$$R_{\Sigma \text{пр}} = 0,80 + 0,10/0,04 = 0,80 + 2,50 = 3,30 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт.}$$

Оскільки:

$$R_{\Sigma \text{пр}} = 3,30 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт} \geq R_{\text{q min}} = 3,30 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт,}$$

умова теплотехнічної ефективності зовнішньої стіни виконується.

2. Розрахунково-конструктивна частина

2.1 Розрахунок підземної частини об'єкту

Вихідні дані

Таблиця 2.1.1 – Геологічна будова та гідрогеологічні умови майданчика

Ґрунт	Потужність шару, м		
	Св № 1	Св № 2	Св № 3
Суглинок коричневий	2,1	2,2	2,3
Супісок жовтувато-бурий	3,7	3,8	3,9
Пісок жовтий, дрібний	2,2	2,1	2,2
Суглинок коричневатого-бурий	7,0	7,2	7,1
Рівень ґрунтових вод	6,2	6	6

Таблиця 2.1.2 – Характеристики властивостей ґрунтів

Властивість	Од. вим.	ІГЕ						
		1	2	3	4	5	6	7
Щільність $\rho_{\text{п}}$	т/м ³	1,89	1,78	2,04	1,78	-	-	-
Щільність частинок $\rho_{\text{с}}$	т/м ³	2,72	2,73	2,66	2,69	-	-	-
Природна вологість W	-	0,28	0,27	0,22	0,18	-	-	-
Вологість на межі текучості $W_{\text{Л}}$	-	0,29	0,28	-	0,26	-	-	-
Вологість на межі пластичності $W_{\text{р}}$	-	0,18	0,23	-	0,17	-	-	-
Відносний вміст органічної речовини $I_{\text{г}}$	-	-	-	-	-	-	-	-
Кут внутрішнього тертя φ	град.	28	30	29	31	-	-	-
Питоме зчеплення c	кПа	20	24	2	20	-	-	-
Модуль деформації E	МПа	15	17	10	22	-	-	-

Оцінка інженерно-геологічних умов

Для оцінки інженерно-геологічних умов будівельного майданчика було виконано аналіз фізичного стану ґрунтів, що залягають у межах розрахункової товщі основи. Основними показниками, які використовуються для характеристики зв'язних ґрунтів, є число пластичності та показник текучості. Для піщаного ґрунту додатково визначаються коефіцієнт пористості та ступінь водонасичення.

1. Суглинок коричневий, $\gamma = 18,9 \text{ кН/м}^3$

Для визначення різновиду ґрунту за пластичністю обчислюється число пластичності:

$$IP = WL - WP = 0,29 - 0,18 = 0,11.$$

Отримане значення $IP = 0,11$ свідчить про те, що даний ґрунт належить до суглинків.

Показник текучості визначається за формулою:

$$IL = (W - WP) / (WL - WP) = 0,91..$$

Значення $IL = 0,91$ характеризує ґрунт як такий, що перебуває у текучопластичному стані. Такий стан свідчить про підвищену вологість ґрунту та його значну деформативність під навантаженням.

2. Супісок жовтуватого-бурий, $\gamma = 17,8 \text{ кН/м}^3$

Для оцінки фізичного стану супіску визначено число пластичності $IP = 0,05$.

Значення $IP = 0,05$ відповідає супіщаним ґрунтам. Далі визначається показник текучості $IL = 0,80$.

Отримане значення $IL = 0,80$ свідчить про текучопластичну консистенцію ґрунту. Такий стан характеризується зниженням міцнісних властивостей та підвищеною деформативністю, особливо за умов додаткового зволоження.

3. Пісок жовтуватий, дрібний, $\gamma = 20,4 \text{ кН/м}^3$

Для характеристики фізичного стану піщаного ґрунту визначено коефіцієнт пористості:

$$e = \rho_s / \rho \cdot (1 + W) - 1 = 0,59..$$

Значення коефіцієнта пористості $e = 0,59$ свідчить про те, що дрібний пісок має середню щільність складення.

Для оцінки водного стану піску визначається ступінь водонасичення:

$$Sr = (W \cdot \rho_s) / (e \cdot \rho_w) = 0,99..$$

Отримане значення $Sr = 0,99$ показує, що пори ґрунту практично повністю заповнені водою. Отже, пісок перебуває у водонасиченому стані.

4. Суглинок коричневатобурий, $\gamma = 17,8 \text{ кН/м}^3$

Для визначення типу ґрунту за пластичністю обчислюється число пластичності $IP = 0,09$.

Збір навантажень [4]

Збір навантажень виконується для стрічкового фундаменту під несучу стіну в осях 1–13. При визначенні навантажень враховується дія всіх конструктивних елементів будівлі, які передають зусилля на фундамент: перекриттів, горищного перекриття, даху, зовнішніх і внутрішніх стін, стін підвалу, стін цоколя, а також тимчасових експлуатаційних та снігових навантажень.

Розрахунок виконується з урахуванням вантажної смуги, що припадає на розглядувану стіну. Половина прольоту будівлі, з якої навантаження передається на фундамент, приймається рівною 3 м. Усі навантаження поділяються на постійні та тимчасові. Для кожного виду навантаження визначається нормативне значення, після чого воно множиться на відповідний коефіцієнт надійності за навантаженням γ .

До постійних навантажень належать власна вага конструкцій перекриття, горищного перекриття, покрівлі, зовнішніх стін, стін підвалу та цокольної частини будівлі. Згідно з виконаним розрахунком, сумарне нормативне постійне навантаження становить $g_n = 388,03 \text{ кН}$.

З урахуванням коефіцієнтів надійності розрахункове постійне навантаження дорівнює $g = 434,44 \text{ кН}$.

Тимчасові навантаження включають експлуатаційні навантаження для житлових приміщень, довготривалу складову тимчасового навантаження, а також снігове навантаження. За результатами розрахунку сумарне нормативне тимчасове навантаження становить $v_H = 72,30$ кН.

Розрахункове значення тимчасового навантаження з урахуванням коефіцієнтів надійності дорівнює $v = 90,81$ кН.

Повне нормативне навантаження на фундамент визначається як сума нормативних постійних і тимчасових навантажень:

$$N_H = g_H + v_H = 388,03 + 72,30 = 460,33 \text{ кН.}$$

Повне розрахункове навантаження на фундамент становить:

$$N = g + v = 434,44 + 90,81 = 525,25 \text{ кН.}$$

Отримане значення повного розрахункового навантаження використовується для подальшого визначення розмірів підосви стрічкового фундаменту, перевірки несучої здатності ґрунтової основи та розрахунку осідання.

Розрахунок пальового фундаменту

Для сприйняття навантажень від будівлі та передачі їх на більш міцні шари ґрунтової основи проектом передбачається влаштування пальового фундаменту із залізобетонних забивних паль та монолітного або збірного ростверку.

Глибина закладання підосви ростверку приймається 2,8 м.

За результатами попереднього аналізу інженерно-геологічних умов та конструктивних вимог приймаються забивні залізобетонні палі марки ПНдр7-30 за ДСТУ Б В.2.6-65:2008. Палі мають квадратний поперечний переріз розміром 300×300 мм. Довжина палі приймається 7 м.

Палі передбачаються залізобетонними, з попередньо напруженою арматурою. Для виготовлення паль застосовується бетон класу С16/20. Основні характеристики однієї палі: переріз палі — 300×300 мм; довжина палі — 7 м; об'єм бетону на одну палю — $0,82 \text{ м}^3$; маса палі — 2,05 т; витрата арматури — 24,6 кг.

Несуча здатність однієї палі визначається з урахуванням опору ґрунту під нижнім кінцем палі та опору ґрунту по її бічній поверхні. Розрахунок виконується за формулою:

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

де F_d — розрахункова несуча здатність палі, кН;

γ_c — коефіцієнт умов роботи палі;

γ_{cR} — 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 бічною поверхнею палі, м.

Площа поперечного перерізу палі становить $A = 0,09$ м².

Периметр поперечного перерізу палі $u = 1,2$ м.

Розрахунковий опір ґрунту під нижнім кінцем палі приймається $R = 7140$ кПа.

Коефіцієнти умов роботи приймаються $\gamma_{cR} = 1$; $\gamma_{cf} = 1$.

Розрахунковий опір ґрунту на бічній поверхні палі для кожного шару визначається за залежністю:

$$f_i = \sigma_{zg,i} \cdot v / (1 - v) \cdot \operatorname{tg} \varphi + c,$$

де $\sigma_{zg,i}$ — вертикальне напруження від власної ваги ґрунту в середині відповідного шару, кН/м²;

v — коефіцієнт Пуассона ґрунту;

φ — кут внутрішнього тертя ґрунту;

c — питоме зчеплення ґрунту, кПа.

Вертикальні напруження від власної ваги ґрунту визначаються шляхом послідовного підсумовування ваги шарів, що залягають вище розрахункового рівня:

$$\sigma_{zg} = \sum \gamma_i \cdot h_i.$$

Питома вага ґрунтів та потужність шарів приймаються такими:

$$\text{ІГЕ-1: } \gamma_1 = 18,9 \text{ кН/м}^3; h_1 = 2,1 \text{ м};$$

$$\text{ІГЕ-2: } \gamma_2 = 17,8 \text{ кН/м}^3; h_2 = 3,7 \text{ м};$$

$$\text{ІГЕ-3: } \gamma_3 = 20,4 \text{ кН/м}^3; h_3 = 2,0 \text{ м};$$

$$\text{ІГЕ-4: } \gamma_4 = 17,8 \text{ кН/м}^3; h_4 = 5,0 \text{ м}.$$

Визначення напружень від власної ваги ґрунту

$$\sigma_{zg0} = 0.$$

$$\sigma_{zg1} = \gamma_1 \cdot h_1 = 18,9 \cdot 2,1 = 39,69 \text{ кН/м}^2.$$

$$\sigma_{zg2} = \gamma_1 \cdot h_1 + \gamma_2 \cdot h_2 = 39,69 + 17,8 \cdot 3,7 = 105,55 \text{ кН/м}^2.$$

$$\sigma_{zg3} = \gamma_1 \cdot h_1 + \gamma_2 \cdot h_2 + \gamma_3 \cdot h_3 = 105,55 + 20,4 \cdot 2,0 = 146,35 \text{ кН/м}^2.$$

$$\sigma_{zg4} = \sigma_{zg3} + \gamma_4 \cdot h_4 = 146,35 + 17,8 \cdot 2,0 = 181,95 \text{ кН/м}^2.$$

$$\sigma_{zgI} = 146,35 + 17,8 \cdot 1,0 = 164,15 \text{ кН/м}^2.$$

Отримані значення вертикальних напружень використовуються для подальшого визначення розрахункового опору ґрунту по бічній поверхні палі та несучої здатності однієї палі.

Визначення розрахункового опору ґрунту та несучої здатності палі

Для визначення несучої здатності забивної залізобетонної палі враховується опір ґрунту під нижнім кінцем палі та опір ґрунтів по її бічній поверхні. Розрахункові значення опору ґрунту по бічній поверхні визначаються для кожного шару окремо з урахуванням вертикального напруження від власної ваги ґрунту, кута внутрішнього тертя, питомого зчеплення та коефіцієнта Пуассона.

Розрахунковий опір ґрунту по бічній поверхні палі визначається за формулою:

$$f_i = \sigma_{zg} \cdot \nu / (1 - \nu) \cdot \operatorname{tg} \varphi + c,$$

де f_i — розрахунковий опір i -го шару ґрунту по бічній поверхні палі, кПа;

σ_{zg} — вертикальне напруження від власної ваги ґрунту, кПа;

ν — коефіцієнт Пуассона ґрунту;

φ — кут внутрішнього тертя ґрунту, град;

c — питоме зчеплення ґрунту, кПа.

Результати визначення розрахункового опору ґрунтів по бічній поверхні палі наведені в таблиці 2.1.5.

Таблиця 2.1.5 — Визначення розрахункового опору ґрунту по бічній поверхні палі

Шар ґрунту	σ_{zg} , кПа	h , м	φ , град	c , кПа	ν	f_i , кПа	$f_i \cdot h_i$, кПа·м
2	69,95	2,0	30	24	0,35	45,75	91,5
2	102,88	1,7	30	24	0,35	55,98	95,2
3	125,95	2,0	29	2	0,35	39,59	79,2
4	145,25	1,0	31	20	0,27	52,30	52,3
Разом							318,2

Сумарне значення опору ґрунтів по бічній поверхні палі становить:

$$\Sigma f_i \cdot h_i = 318,2 \text{ кПа} \cdot \text{м}.$$

Для палі перерізом 300×300 мм площа поперечного перерізу становить $0,09 \text{ м}^2$. Периметр палі $1,2 \text{ м}$.

Розрахунковий опір ґрунту під нижнім кінцем палі приймається 7140 кПа .

Тоді несуча здатність однієї палі дорівнює:

$$F_d = 1 \cdot (1 \cdot 7140 \cdot 0,09 + 1,2 \cdot 318,2) = 1024,44 \text{ кН}.$$

Допустиме розрахункове навантаження на одну палю визначається з урахуванням коефіцієнта надійності:

$$N \leq F_d / \gamma_k = 731,7 \text{ кН},$$

де $\gamma_k = 1,4$ — коефіцієнт надійності, який враховується при визначенні несучої здатності палі розрахунковим методом.

Отже, допустиме навантаження на одну палю становить $731,7 \text{ кН}$.

Визначення кількості палей у фундаменті та розмірів ростверку

Кількість палей у стрічковому ростверку визначається з умови максимального використання несучої здатності однієї палі. На 1 погонний метр фундаменту діє розрахункове навантаження $525,25 \text{ кН}$. Кількість палей на 1 погонний метр ростверку визначається за формулою:

$$n = \Sigma N_i / N = 0,7..$$

Орієнтовний крок паль у ряду можна визначити як $s = 1 / n = 1 / 0,7 = 1,43$ м.

Мінімальна допустима відстань між палями в ряду приймається не менше трьох розмірів поперечного перерізу палі:

$$l_{\min} = 3 \cdot b = 3 \cdot 0,3 = 0,9 \text{ м.}$$

Оскільки орієнтовний крок паль $s = 1,43 \text{ м} > l_{\min} = 0,9 \text{ м}$, умова мінімальної відстані між палями виконується.

Відстань від грані палі до краю ростверку приймається 0,15 м.

Тоді ширина ростверку в плані становить $l_p = b + 2 \cdot a = 0,3 + 2 \cdot 0,15 = 0,6$ м. Приймаємо ширину ростверку 0,6 м.

Висота ростверку визначається з урахуванням умов міцності та конструктивних вимог. За розрахунком приймається 0,5 м.

Крім того, під ростверком передбачається бетонна підготовка товщиною 0,1 м.

Розрахунок основи пальового фундаменту за деформаціями

Розрахунок основи пальового фундаменту за деформаціями виконується з метою перевірки роботи ґрунтової основи під умовним фундаментом. При цьому пальовий фундамент розглядається як умовний масив, обмежений зовнішніми гранями паль і площинами, проведеними під певним кутом до вертикалі.

На першому етапі визначається осереднене значення кута внутрішнього тертя ґрунтів, які прорізає паля. Розрахунок виконується з урахуванням потужності окремих шарів ґрунту:

$$\varphi_{II,mt} = \Sigma(\varphi_{II,i} \cdot h_i) / \Sigma h_i,$$

де $\varphi_{II,i}$ — значення кута внутрішнього тертя i -го шару ґрунту, град;
 h_i — товщина відповідного шару ґрунту, м.

$$\varphi_{II,mt} = (30 \cdot 3,7 + 29 \cdot 2 + 31 \cdot 1) / (3,7 + 2 + 1) = 29,9^\circ.$$

Для побудови умовного фундаменту визначається кут розширення напруженої зони:

$$\alpha = \varphi_{II,mt} / 4 = 29,9 / 4 = 7,5^\circ.$$

Ширина умовного фундаменту визначається за формулою:

$$B_{\text{уф}} = z + 2 \cdot h \cdot \operatorname{tg} \alpha,$$

де z — ширина палі, м; h — довжина частини палі, що бере участь у формуванні умовного фундаменту, м.

$$B_{\text{уф}} = 0,3 + 2 \cdot 6,7 \cdot 0,13 = 2,1 \text{ м.}$$

Довжина умовного фундаменту для розрахунку приймається $L_{\text{уф}} = 1,0$ м.

Далі визначається нормативна вага паль, що входять до складу умовного фундаменту:

$$G_{\text{пн}} = n \cdot G_{\text{п}},$$

де n — кількість паль; $G_{\text{п}}$ — вага однієї палі, кН.

$$G_{\text{пн}} = 1 \cdot 20,5 = 20,5 \text{ кН.}$$

Нормативна вага ґрунту в межах умовного фундаменту визначається за формулою:

$$G_{\text{гр.уфн}} = B_{\text{уф}} \cdot L_{\text{уф}} \cdot \sum(\gamma_i \cdot h_i),$$

де γ_i — питома вага відповідного шару ґрунту, кН/м³;
 h_i — товщина шару ґрунту, м.

$$G_{\text{гр.уфн}} = 2,1 \cdot 1 \cdot (18,7 \cdot 3,7 + 20,4 \cdot 2 + 18,7 \cdot 1) = 270,2 \text{ кН.}$$

Нормативна вага ростверку становить:

$$G_{\text{рн}} = 0,6 \cdot 1 \cdot 0,5 \cdot 25 = 7,5 \text{ кН.}$$

Середній тиск під подошвою умовного фундаменту визначається з урахуванням навантаження від надземних конструкцій, власної ваги ростверку, паль і ґрунту в межах умовного фундаменту:

$$P'' = (\sum N_i + G_{\text{рн}} \cdot 1,1 + G_{\text{пн}} + G_{\text{гр.уфн}}) / (B_{\text{уф}} \cdot L_{\text{уф}}).$$

$$P'' = (525,25 + 7,5 \cdot 1,1 + 20,5 + 270,2) / (2,1 \cdot 1) = 392,5 \text{ кПа.}$$

Далі визначається розрахунковий опір ґрунту основи під подошвою умовного фундаменту. Розрахунок виконується за формулою:

$$R = (\gamma_{c1} \cdot \gamma_{c2} / k) \cdot [M_{\gamma} \cdot B_{\text{уф}} \cdot \gamma_{\text{II}} + M_q \cdot d_{\text{уф}} \cdot \gamma'_{\text{II}} + (M_q - 1) \cdot d_b \cdot \gamma'_{\text{II}} + M_c \cdot c_{\text{II}}],$$

де γ_{c1} , γ_{c2} — коефіцієнти умов роботи ґрунтової основи; k — коефіцієнт, що приймається рівним 1, якщо характеристики ґрунтів визначені за результатами

випробувань; M_γ , M_q , M_c — коефіцієнти, які залежать від кута внутрішнього тертя ґрунту; $B_{\text{уф}}$ — ширина умовного фундаменту, м; $d_{\text{уф}}$ — глибина закладання підшви умовного фундаменту, м; γ_{II} — осереднене розрахункове значення питомої ваги ґрунтів нижче підшви умовного фундаменту, кН/м^3 ; γ'_{II} — осереднене розрахункове значення питомої ваги ґрунтів вище підшви умовного фундаменту, кН/м^3 ; c_{II} — розрахункове значення питомого зчеплення ґрунту, кПа .

Для розрахунку приймаються такі значення:

$\gamma_{c1} = 1,25$; $\gamma_{c2} = 1,0$; $k = 1$; $M_\gamma = 1,24$; $M_q = 5,95$; $M_c = 8,24$; $\gamma_{\text{II}} = 19,7 \text{ кН/м}^3$; $\gamma'_{\text{II}} = 18,8 \text{ кН/м}^3$; $c_{\text{II}} = 20 \text{ кПа}$.

Підставляємо значення у формулу:

$$R = 1,25 \cdot 1 \cdot [1,24 \cdot 2,1 \cdot 19,7 + 5,95 \cdot 8,8 \cdot 18,8 + 8,24 \cdot 20] = 1500,6 \text{ кПа}.$$

Виконуємо перевірку основної умови розрахунку пальового фундаменту за другою групою граничних станів:

$$P'' \leq R.$$

$$P'' = 392,5 \text{ кПа} < R = 1500,6 \text{ кПа}.$$

Умова виконується.

Розрахунок осідання пальового фундаменту

Для оцінки деформаційної роботи пальового фундаменту визначається його загальне осідання. Розрахунок виконується з урахуванням середнього тиску під підшвою умовного фундаменту, природного напруження від власної ваги ґрунту на цьому рівні, ширини умовного фундаменту та деформаційних характеристик ґрунтової основи.

Загальне осідання пальового фундаменту визначається за формулою:

$$S = 1,44 \cdot \eta / (\eta + 1) \cdot ((P'' - \sigma_{zg,I}) \cdot B_{\text{уф}}) / E,$$

де S — розрахункове осідання пальового фундаменту, м;

η — відношення глибини стисливої товщі до ширини умовного фундаменту;

P'' — середній тиск під підшвою умовного фундаменту, кПа ;

$\sigma_{zg,I}$ — природне вертикальне напруження від власної ваги ґрунту на рівні підшви умовного фундаменту, кПа;

B_{yf} — ширина умовного фундаменту, м;

E — модуль деформації ґрунту, кПа.

Відношення глибини стисливої товщі до ширини умовного фундаменту приймається 6.

Осідання пальового фундаменту становить:

$$S = 1,44 \cdot 6 / (6 + 1) \cdot ((392,5 - 164,15) \cdot 2,1) / 22000 = 0,013 \text{ м} = 1,3 \text{ см.}$$

Допустиме граничне значення осідання приймається:

$$S_{lim} = 12 \text{ см.}$$

Порівнюємо отримане значення з допустимим:

$$S = 1,3 \text{ см} < S_{lim} = 12 \text{ см.}$$

Отже, умова за деформаціями виконується.

2.2 Розрахунок надземної частини об'єкту

Проектування збірного перекриття виконується для будівлі, розташованої у м. Харків. Будівля має 9 поверхів, висота одного поверху становить 3,0 м.

Габаритні розміри будівлі в плані приймаються:

довжина будівлі — $l = 42,400$ м; ширина будівлі — $b = 14,400$ м.

Для перекриття прийнято навантаження типу 8. Основні значення навантажень становлять:

- повне розрахункове навантаження — $11,3 / 8,0$ кПа;
- повне нормативне навантаження — $9,7 / 6,7$ кПа;
- постійне та тривале навантаження — $8,7 / 5,7$ кПа;
- короткочасне навантаження — $1,0$ кПа.

Для попередньо напруженої робочої арматури приймається клас А600С.

Розрахунок багатопустотної попередньо напруженої плити за першою групою граничних станів

Для перекриття приймається збірна багатопустотна попередньо напружена плита ПК 60.15-8А1000 номінальною шириною 1,5 м. Геометричні розміри плити становлять $5980 \times 1490 \times 220$ мм.

Плита має 7 круглих пустот і виготовляється з попереднім напруженням арматури шляхом електротермічного натягування на упори. Матеріал плити — важкий бетон класу С16/20. Робоча попередньо напружена арматура приймається класу А600С.

Розрахункове значення опору арматури розтягу визначається за формулою $f_{pd} = f_{p0,1k} / \gamma_s$, $f_{pd} = 575 / 1,2 = 479,17$ МПа.

Збір навантажень та визначення розрахункових зусиль

У розрахунковій схемі багатопустотна плита перекриття розглядається як однопрольотна вільно оперта балка, що спирається на несучі стіни. Розрахунковий проліт плити приймається як відстань між серединами опорних ділянок.

За довжини плити 5980 мм і глибини спирання 120 мм розрахунковий проліт становить 5,860 м.

Навантаження на перекриття приймаються такими:

- Повне розрахункове навантаження 11,3 кПа.
- Повне нормативне навантаження 9,7 кПа.
- Постійне та тривале нормативне навантаження 8,7 кПа.
- Короткочасне нормативне навантаження 1,0 кПа.

Для переходу від навантаження на 1 м² перекриття до погонного навантаження на плиту враховується її номінальна ширина 1,5 м.

Погонне навантаження на плиту визначається за формулою

$$q_{\text{пог}} = q \cdot b_n.$$

Розрахункове погонне навантаження $q_{Ed} = 11,3 \cdot 1,5 = 16,95$ кН/м.

Повне нормативне погонне навантаження $q_n = 9,7 \cdot 1,5 = 14,55$ кН/м.

Постійне та тривале погонне навантаження $q_{ld} = 8,7 \cdot 1,5 = 13,05$ кН/м.

Короткочасне погонне навантаження $q_{cd} = 1,0 \cdot 1,5 = 1,50$ кН/м.

Для вільно опертої балки максимальний згинальний момент у середині прольоту визначається за формулою:

$$M = q \cdot l_0^2 / 8.$$

Поперечна сила на опорі визначається за формулою:

$$V = q \cdot l_0 / 2.$$

Згинальний момент від повного розрахункового навантаження $M_{Ed} = M_{\text{max}} = 16,950 \cdot 5,860^2 / 8 = 72,760$ кН·м.

Поперечна сила від повного розрахункового навантаження $V_{Ed} = V_{\text{max}} = 16,950 \cdot 5,860 / 2 = 49,660$ кН.

Згинальний момент від повного нормативного навантаження $M_n = 14,550 \cdot 5,860^2 / 8 = 62,450$ кН·м.

Поперечна сила від повного нормативного навантаження $V_n = 14,550 \cdot 5,860 / 2 = 42,630$ кН.

Згинальний момент від довготривалого навантаження $M_l = 13,050 \cdot 5,860^2 / 8 = 56,020$ кН·м.

Поперечна сила від довготривалого навантаження $V_l = 13,050 \cdot 5,860 / 2 = 38,240$ кН.

Розрахунок міцності перерізів, нормальних до повздовжньої осі

Для перевірки міцності багатопустотної попередньо напруженої плити за нормальними перерізами її фактичний поперечний переріз приводиться до розрахункового таврового перерізу. Загальна висота плити становить 220 мм.

На рисунку 2.2.2 наведена розрахункова схема плити ПК 60.15-8А1000.

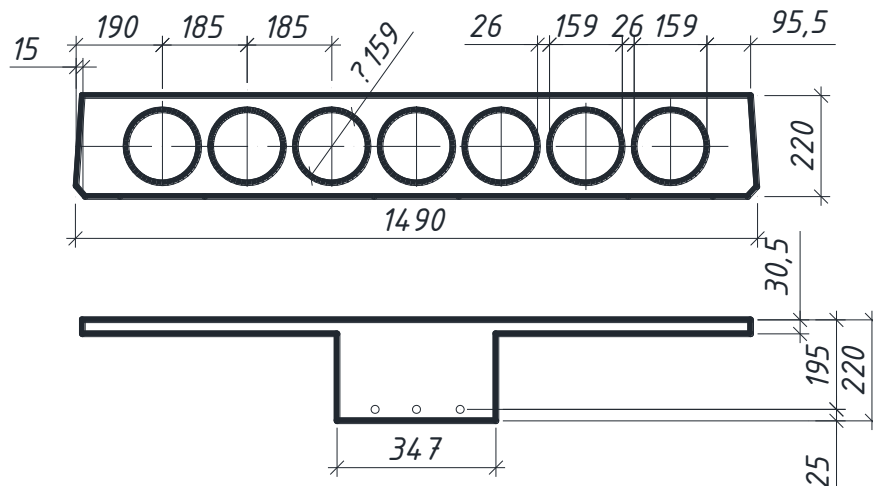


Рисунок 2.2.2 – Розрахунковий переріз плити

З урахуванням конструктивних підрізок розрахункова ширина стиснутої полиці приймається 1460 мм.

Ширина ребра розрахункового перерізу визначається як сумарна товщина всіх ребер плити, тобто як різниця між розрахунковою шириною полиці та сумарною шириною пустот:

$$b_w = b_{eff} - 7 \cdot 159 = 1460 - 7 \cdot 159 = 347 \text{ мм},$$

де 7 — кількість пустот у плиті; 159 мм — діаметр однієї пустоти.

Висота стиснутої полиці визначається за формулою:

$$h_f^* = (h - 159) / 2 = (220 - 159) / 2 = 30,5 \text{ мм}.$$

Робоча висота перерізу приймається з урахуванням відстані від розтягнутої грані бетону до центра ваги робочої арматури. При $a = 25$ мм отримаємо:

$$d = h - a = 220 - 25 = 195 \text{ мм}.$$

На першому етапі необхідно встановити положення нейтральної осі. Для цього визначається згинальний момент, який може бути сприйнятий стиснутою

полицею таврового перерізу:

$$MR_{df} = \alpha_{mf} \cdot f_{cd} \cdot b_{eff} \cdot d^2,$$

де α_{mf} — відносний момент стиснутої полиці; f_{cd} — розрахунковий опір бетону стиску; b_{eff} — розрахункова ширина полиці; d — робоча висота перерізу.

Відносний момент стиснутої полиці визначається за формулою:

$$\alpha_{mf} = \omega_s \cdot \xi_f \cdot (1 - \beta \cdot \xi_f) = 0,91 \cdot 0,156 \cdot (1 - 0,457 \cdot 0,156) = 0,132..$$

Відносна висота стиснутої полиці становить:

$$\xi_f = h_f^* / d = 30,5 / 195 = 0,156.$$

Несуча здатність стиснутої полиці за згинальним моментом дорівнює:

$$MR_{df} = 0,132 \cdot 11,50 \cdot 1460 \cdot 195^2 = 84,270 \text{ кН}\cdot\text{м}.$$

Оскільки виконується умова $MR_{df} = 84,270 \text{ кН}\cdot\text{м} > M_{Ed} = 72,760 \text{ кН}\cdot\text{м}$, нейтральна вісь проходить у межах стиснутої полиці.

Далі визначається область деформування, у якій працює переріз. Для цього відносна висота стиснутої полиці ξ_f порівнюється з граничними значеннями відносної висоти стиснутої зони.

Граничне значення ξ_a визначається за формулою $\xi_a = \varepsilon_{s3,cd} / (\varepsilon_{s3,cd} + \varepsilon_{ud}) = 0,58 / (0,58 + 18) = 0,031$.

Розрахункова гранична деформація арматури становить $\varepsilon_{ud} = 18\%$.

Наступне граничне значення $\xi_b = \varepsilon_{cu3,cd} / (\varepsilon_{cu3,cd} + \varepsilon_{ud}) = 0,152$.

Гранична відносна висота стиснутої зони $\xi_{lim} = \varepsilon_{cu3,cd} / (\varepsilon_{cu3,cd} + \varepsilon_{so}) = 3,23 / (3,23 + 2,5) = 0,564$.

де деформація попередньо напруженої арматури визначається як $\varepsilon_{so} = 2,50\%$.

Оскільки виконується співвідношення $\xi_b = 0,152 < \xi_f = 0,156 < \xi_{lim} = 0,564$, переріз працює в області деформування 2.

Далі визначається відносне плече внутрішньої пари сил $\eta = z_c / d = 0,5 + \sqrt{[0,25 - (2 \cdot \beta \cdot \alpha_m) / (1 + k)]} = 0,940..$

Відносний згинальний момент становить $\alpha_m = M_{Ed} / (f_{cd} \cdot b \cdot d^2) = (72,760 \cdot 10^6) / (11,5 \cdot 1460 \cdot 195^2) = 0,110$.

Плече внутрішньої пари сил $z_c = \eta \cdot d = 0,94 \cdot 195 = 182,50 \text{ мм}$.

Необхідна площа робочої попередньо напруженої арматури визначається за формулою:

$$A_{st} = M_{Ed} / (f_{yd} \cdot z_c) = 832,03 \text{ мм}^2.$$

Далі виконується перевірка положення стиснутої зони бетону. Висота стиснутої зони визначається за формулою:

$$x = d \cdot (1 - \eta) / \beta = 25,60 \text{ мм}.$$

Оскільки отримане значення $x = 25,60$ мм менше за висоту стиснутої полиці $h_f^* = 30,5$ мм, підтверджується, що нейтральна вісь дійсно проходить у межах полиці.

Відносні деформації розтягнутої арматури становлять:

$$\varepsilon_{st} = \varepsilon_{cu3,cd} \cdot (d - x) / x = 21,370\%.$$

Отримане значення деформацій підтверджує достатню роботу розтягнутої арматури в розрахунковому перерізі.

За результатами розрахунку приймається робоча попередньо напружена арматура 8Ø12 A600, з фактичною площею 905 мм².

Перевіряємо умову достатності прийнятої арматури $A_{st,пр} = 905 \text{ мм}^2 > A_{st,потр} = 832,03 \text{ мм}^2$. Умова виконується.

Розрахунок міцності перерізів, похилих до поздовжньої осі плити

Перевірка міцності похилих перерізів багатопустотної плити виконується з метою встановлення необхідності влаштування розрахункового поперечного армування. У розрахунку враховується несуча здатність бетонного перерізу на дію поперечної сили без урахування роботи хомутів.

Для поперечного армування приймається арматура класу A240C з такими характеристиками $f_{yk} = 240$ МПа; $f_{ywd} = 170$ МПа. Кількість поперечних стержнів у складі арматурного каркаса приймається 4.

Поперечна сила, яку може сприйняти елемент без встановлення розрахункового поперечного армування, визначається за відповідною розрахунковою залежністю. У розрахунку приймається коефіцієнт 1,3.

Коефіцієнт, що враховує вплив робочої висоти перерізу, визначається за

формулою:

$$k = 1 + \sqrt{(200 / d)} = 1 + \sqrt{(200 / 195)} = 2,01.$$

Оскільки значення коефіцієнта k не повинно перевищувати 2, для подальших розрахунків приймаємо 2,0.

Коефіцієнт поздовжнього армування визначається за формулою:

$$\rho_l = A_{st} / (b_w \cdot d) = 0,0130.$$

Площа бетонного перерізу становить $A_c = b_w \cdot h = 347 \cdot 220 = 76340 \text{ мм}^2$.

Мінімальна несуча здатність похилого перерізу без поперечного армування визначається за формулою $V_{Rd,min} = (V_{min} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$.

Середнє стискаюче напруження в бетоні визначається за виразом $\sigma_{cp} = N_{Ed} / A_c \leq 0,2 \cdot f_{cd}$.

Граничне значення стискаючого напруження становить

$$0,2 \cdot f_{cd} = 0,2 \cdot 11,5 = 2,30 \text{ МПа}.$$

де N_{Ed} — осьова сила в поперечному перерізі, яка виникає від зовнішнього навантаження або від попереднього напруження. При стиску значення N_{Ed} приймається додатним.

Сила попереднього напруження, що прикладається до арматури, не повинна перевищувати граничного значення:

$$P_{max} = A_p \cdot \sigma_{p,max}.$$

Максимальне напруження в попередньо напруженій арматурі приймається як менше з двох значень:

$$\sigma_{p,max} = 0,8 \cdot f_{pk} = 0,8 \cdot 630 = 504 \text{ МПа};$$

$$\sigma_{p,max} = 0,9 \cdot f_{p0,1k} = 0,9 \cdot 575 = 517,5 \text{ МПа}.$$

$$P_{max} = N_{Ed} = 504 \cdot 905 = 456120 \text{ Н} = 456,12 \text{ кН}.$$

Середнє стискаюче напруження в бетоні становить $\sigma_{cp} = 456120 / 76340 = 5,970 \text{ МПа}$.

Оскільки отримане значення перевищує допустиму межу $5,970 \text{ МПа} > 2,30 \text{ МПа}$, для подальшого розрахунку приймаємо обмежене значення $2,30 \text{ МПа}$.

Несуча здатність бетонного перерізу за поперечною силою без розрахункового поперечного армування визначається за формулою:

$$VR_{d,c} = [0,180 / \gamma_c \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d = 50,44 \text{ кН.}$$

Мінімальне значення опору бетону при зрізі визначається за формулою:

$$V_{min} = 0,035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}.$$

$$V_{min} = 0,035 \cdot 23^{3/2} \cdot 151^{1/2} = 0,39 \text{ МПа.}$$

$$VR_{d,min} = (0,390 + 0,150 \cdot 2,30) \cdot 347 \cdot 195 = 49,74 \text{ кН.}$$

$$VR_{d,c} = 50,44 \text{ кН} > VR_{d,min} = 49,74 \text{ кН.}$$

Отже, несуча здатність бетонного перерізу за поперечною силою перевищує мінімально допустиме значення.

Додатково порівнюємо несучу здатність похилого перерізу з розрахунковою поперечною силою від зовнішнього навантаження:

$$V_{Ed} = 49,66 \text{ кН.}$$

$$V_{Ed} = 49,66 \text{ кН} < VR_{d,c} = 50,44 \text{ кН,}$$

умова міцності похилого перерізу виконується.

Розрахунок багатопустотної попередньо напруженої плити за граничним станом другої групи

Розрахунок за утворенням тріщин у нормальному перерізі плити

Перевірка тріщиностійкості багатопустотної попередньо напруженої плити виконується за другою групою граничних станів. Основною метою розрахунку є визначення ширини розкриття тріщин та перевірка її відповідності допустимому нормативному значенню.

На першому етапі визначається відносна висота стиснутої зони перерізу:

$$\xi = X / h = (A_{st} \cdot f_{yd}) / [0,5 \cdot (1 + k) \cdot f_{cd} \cdot b \cdot d] = 0,14.$$

Висота стиснутої зони становить:

$$X = \xi \cdot h = 0,14 \cdot 220 = 30,80 \text{ мм.}$$

Далі виконується перевірка можливості забезпечення тріщиностійкості без прямого розрахунку ширини розкриття тріщин. Такий підхід допускається за умови забезпечення мінімальної площі армування, а також дотримання нормативних обмежень щодо діаметра та кроку арматурних стержнів.

Мінімальна площа арматури в розтягнутій зоні визначається за формулою:

$$A_{s,min} \cdot \sigma_s = k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct}$$

де A_{ct} — площа бетону в розтягнутій зоні перерізу; $f_{ct,eff}$ — ефективна міцність бетону при розтягу до моменту утворення тріщин; k_c — коефіцієнт, що враховує характер розподілу напружень у перерізі; k — коефіцієнт, що враховує вплив нерівномірних самоврівноважених напружень; σ_s — допустиме напруження в арматурі після утворення тріщин.

Площа бетону розтягнутої зони визначається:

$$A_{ct} = (h - x) \cdot b = (220 - 30,8) \cdot 1500 = 283800 \text{ мм}^2 = 0,284 \text{ м}^2.$$

Приймаємо $f_{ct,eff} = f_{ctm} = 1,9 \text{ МПа}$; $k_c = 1$; $k = 1$; $\sigma_s = 630 \text{ МПа}$.

$$A_{s,min} = (1 \cdot 1 \cdot 1,9 \cdot 0,284) / 630 = 0,000856 \text{ м}^2.$$

Фактична площа прийнятої арматури $A_{s2} = 0,000905 \text{ м}^2$.

Порівнюємо $A_{s,min} = 0,000856 \text{ м}^2 < A_{s2} = 0,000905 \text{ м}^2$.

Отже, умова мінімального армування виконується.

Вихідні дані для розрахунку ширини розкриття тріщин

№	Найменування параметра	Позначення	Значення	Одиниця виміру
1	Тип конструкції	—	Багатопустотна плита перекриття	—
2	Довжина плити	L	5980	мм
3	Ширина поперечного перерізу	b	1500	мм
4	Висота поперечного перерізу	h	220	мм
5	Клас бетону	—	C16/20	—
6	Модуль пружності бетону	E_{cm}	$27 \cdot 10^3$	МПа
7	Клас поздовжньої попередньо напруженої арматури	—	A600	—
8	Модуль пружності арматури	E_p	$19 \cdot 10^4$	МПа
9	Захисний шар бетону	c	20	мм
10	Робоча висота перерізу	d	195	мм
11	Розрахунковий опір бетону стиску	f _{cd}	11,5	МПа

12	Характеристична міцність бетону на стиск	f_{ck}	16	МПа
13	Рівномірно розподілене навантаження на плиту	q	16,95	кН/м
14	Згинальний момент від повного нормативного навантаження	M_p	62,45	кН·м

Висота стиснутої зони перерізу приймається за деформаційною методикою розрахунку за другою групою граничних станів. За прикладом розрахунку приймається співвідношення:

$$X / h = 271 / 600 = 0,45.$$

Для даної плити $X = 99$ мм. Напруження в арматурі приймається за співвідношенням 447,3 МПа.

Далі визначається різниця середніх деформацій арматури та бетону між тріщинами:

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{ctm} = [\sigma_s - k_t \cdot f_{cr,eff} / \rho_{p,eff} \cdot (1 + \alpha_e \cdot \rho_{p,eff})] / E_p \geq 0,6 \cdot \sigma_s / E_s.$$

Коефіцієнт приведення модулів пружності арматури та бетону:

$$\alpha_e = E_p / E_{cm} = (19 \cdot 10^4) / (27 \cdot 10^3) = 7,037.$$

Ефективний коефіцієнт армування визначається за формулою:

$$\rho_{p,eff} = (A_{s2} + \xi_{12} \cdot A_{p'}) / A_{c,eff}.$$

Оскільки додаткова попередньо напружена арматура в розтягнутій зоні не враховується $A_{p'} = 0$.

Ефективна висота розтягнутої зони бетону приймається як найменше з таких значень:

$$h_{c,eff} = 2,5 \cdot (h - d) = 2,5 \cdot (220 - 195) = 62,50 \text{ мм};$$

$$h_{c,eff} = (h - x) / 3 = (220 - 99) / 3 = 40,33 \text{ мм};$$

$$h_{c,eff} = h / 2 = 220 / 2 = 110 \text{ мм}.$$

Приймаємо найменше значення:

$$h_{c,eff} = 40,33 \text{ мм}.$$

Ефективна площа бетону розтягнутої зони становить:

$$A_{c,eff} = b \cdot h_{c,eff} = 1,5 \cdot 0,04033 = 0,060 \text{ м}^2.$$

Тоді ефективний коефіцієнт армування дорівнює 0,0150.

Для довготривалого навантаження приймається коефіцієнт 0,4.

Підставляємо значення у формулу для різниці деформацій:

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{ctm} = [447,3 - 0,4 \cdot 1,9 / 0,015 \cdot (1 + 7,037 \cdot 0,015)] / (19 \cdot 10^4) = 0,00050.$$

Мінімально допустиме значення різниці деформацій:

$$0,6 \cdot \sigma_s / E_s = 0,6 \cdot 447,3 / (19 \cdot 10^4) = 0,00140.$$

Оскільки розрахункове значення менше за мінімально допустиме, для подальшого розрахунку приймаємо $\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{ctm} = 0,00140$.

Якщо зчеплена арматура розташована достатньо близько в межах розтягнутої зони, тобто крок стержнів не перевищує:

$$5 \cdot (c + \emptyset / 2) = 5 \cdot (20 + 12 / 2) = 130 \text{ мм},$$

максимальна відстань між тріщинами визначається за формулою:

$$S_{r,max} = k_3 \cdot c + (k_1 \cdot k_2 \cdot k_4 \cdot \emptyset) / \rho_{p,eff}.$$

Приймаємо:

$k_1 = 0,8$ — коефіцієнт, що враховує характер зчеплення арматури з бетоном;

$k_2 = 0,5$ — коефіцієнт, що враховує розподіл деформацій;

$$k_3 = 3,4;$$

$$k_4 = 0,425.$$

$$S_{r,max} = 3,4 \cdot 20 + (0,8 \cdot 0,5 \cdot 0,425 \cdot 12) / 0,015 = 204 \text{ мм}.$$

Ширина розкриття тріщин визначається за формулою

$$w_k = S_{r,max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{ctm}) = 204 \cdot 0,00140 = 0,28 \text{ мм}.$$

Допустима ширина розкриття тріщин для класу умов експлуатації Х0 приймається 0,40 мм.

Перевіряємо умову: $w_k = 0,28 \text{ мм} < w_{k,lim} = 0,40 \text{ мм}$. Отже, умова тріщиностійкості виконується.

Розрахунок плити за деформаціями

Розрахунок за деформаціями виконується для перевірки жорсткості плити та визначення відповідності її прогину допустимим значенням. Спочатку виконується попередня перевірка за граничним співвідношенням прольоту до робочої висоти перерізу.

Граничне співвідношення l / d визначається залежно від співвідношення фактичного коефіцієнта армування ρ та довідкового коефіцієнта ρ_0 .

Якщо $\rho > \rho_0$, використовується формула:

$$l / d = k [11 + 1,5 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot \rho / (\rho - \rho_0) + 1 / 12 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot \sqrt{(\rho' / \rho_0)}].$$

Якщо $\rho < \rho_0$, застосовується залежність:

$$l / d = k [11 + 1,5 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot \rho_0 / \rho + 3,2 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot (\rho_0 / \rho - 1)^{3/2}].$$

де l / d — граничне відношення прольоту до робочої висоти; $k = 1$ — коефіцієнт, що враховує конструктивну систему; ρ_0 — довідковий коефіцієнт армування; ρ — фактичний коефіцієнт армування розтягнутої арматури.

Довідковий коефіцієнт армування визначається:

$$\rho_0 = 10^{-3} \cdot \sqrt{f_{ck}} = 10^{-3} \cdot \sqrt{15} = 0,0039.$$

Фактичний коефіцієнт армування:

$$\rho = A_{s2} / (b \cdot d) = 905 / (1500 \cdot 195) = 0,0031.$$

Оскільки $\rho = 0,0031 < \rho_0 = 0,0039$, граничне співвідношення l / d визначається за формулою для випадку $\rho < \rho_0$:

$$l / d = 1 \cdot [11 + 1,5 \cdot \sqrt{15} \cdot 0,0039 / 0,0031 + 3,2 \cdot \sqrt{15} \cdot (0,0039 / 0,0031 - 1)^{3/2}] = 19,93.$$

Отримане значення коригується з урахуванням напружень у розтягнутій арматурі:

$$(l / d)_{\text{lim}} = 19,93 \cdot 310 / \sigma_s.$$

За $\sigma_s = 426$ МПа:

$$(l / d)_{\text{lim}} = 19,93 \cdot 310 / 426 = 14,5.$$

Фактичне співвідношення прольоту до робочої висоти становить:

$$l / d = 5980 / 195 = 30,67.$$

Порівнюємо:

$$30,67 > 14,5.$$

Отже, умова за граничним співвідношенням прольоту до висоти не виконується, тому необхідно виконати прямий розрахунок прогину плити.

Перевірка прогину виконується при дії згинального моменту 72,760 кН·м.

Кривизна перерізу, отримана за деформаційною методикою для другої групи граничних станів при даному рівні навантаження, становить 0,0049 1/м.

Прогин плити визначається за формулою:

$$f = (1 / r) \cdot km \cdot l^2. (2.2.56)$$

Для вільно опертої балки при рівномірно розподіленому навантаженні приймається:

$$km = 5 / 48.$$

$$f = 0,0049 \cdot 5 / 48 \cdot 5,98^2 = 0,018 \text{ м.}$$

Допустимий прогин приймається:

$$fu = 1 / 150 = 5,98 / 150 = 0,04 \text{ м. (2.2.57)}$$

Порівнюємо $f = 0,018 \text{ м} < fu = 0,04 \text{ м}$. Умова жорсткості виконується.

3. Технологія і організація будівельного виробництва

Вибір технології зведення будинку

З урахуванням прийнятих конструктивних рішень будівлі визначається технологія її зведення. Найбільш раціональним є застосування потокового методу виконання робіт, який базується на безперервній та рівномірній роботі всіх виробничих ланок, а також забезпечує стабільне використання трудових ресурсів і будівельних матеріалів.

Для організації потокового процесу поверх у плані умовно поділяють на окремі захватки з дотриманням таких вимог[16]:

«захватки мають бути приблизно однаковими за трудомісткістю, що забезпечує безперервність бетонування;

мінімальні розміри захватки повинні створювати умови для ефективної роботи бригади оптимального складу та комплекту машин протягом однієї зміни;

межі захваток слід розташовувати в зонах із найменшими значеннями згинальних моментів і поперечних сил, передбачаючи влаштування робочих швів».

Технологія та організація виконання основних процесів

Заходи з підготовки будівельного об'єкта

До початку основних будівельно-монтажних робіт зі спорудження багатоповерхового монолітного житлового будинку необхідно виконати комплекс підготовчих заходів.

Підготовчий етап включає позамайданчикові та внутрішньомайданчикові роботи [16].

До позамайданчикових робіт належать заходи, пов'язані з улаштуванням зовнішніх під'їзних шляхів до будівельного майданчика, а також прокладанням інженерних мереж і споруд для забезпечення об'єкта електроенергією, водопостачанням та засобами зв'язку.

До внутрішньомайданчикових робіт входять такі процеси: створення геодезичної розбивочної основи будівлі, встановлення огорожі будівельного майданчика, очищення території від зелених насаджень, організація відведення поверхневих і ґрунтових вод, спорудження тимчасових будівель і споруд, улаштування тимчасових доріг та інженерних мереж, облаштування складських майданчиків, а також монтаж тимчасового освітлення.

Родючий шар ґрунту в межах майбутнього котловану знімається бульдозерами на глибину 15 см. Отриманий ґрунт складається у спеціально відведених місцях і після завершення будівництва використовується для благоустрою прилеглої території.

До початку виконання основних будівельно-монтажних робіт усі підготовчі заходи мають бути повністю завершені.

За умов комплексної механізації особливе значення має своєчасне постачання матеріалів відповідно до затвердженого графіка. Доставка бетонної суміші, залізобетонних виробів та металоконструкцій здійснюється автомобільним транспортом. Під'їзні шляхи до об'єкта передбачено з твердим асфальтобетонним покриттям.

Електропостачання будівельного майданчика виконується від існуючої місцевої лінії електропередач, а водопостачання та каналізація підключаються до централізованих міських мереж.

Технологія виконання земляних робіт

Спочатку виконують зняття рослинного шару ґрунту за допомогою бульдозера ДЗ-25.

Після цього здійснюється розробка котловану в одну або кілька проходок, параметри яких відповідають поперечному профілю вибою, із застосуванням екскаватора, оснащеного робочим обладнанням типу «пряма лопата».

Екскаваторним вибоєм вважається робоча зона, до складу якої входять майданчик розташування екскаватора, частина ґрунтового масиву, що підлягає

розробці, а також ділянка для встановлення транспортних засобів під навантаження або місце складування ґрунту у відвал.

Розроблення котловану проводять поперечними проходками до проєктних відміток із залишенням недобору ґрунту, передбаченого чинними будівельними нормами. Перевищення проєктної глибини виїмки не допускається. Допустиме відхилення точності розробки становить ± 5 см.

Вийнятий ґрунт частково вивозиться автосамоскидами за межі будівельного майданчика, а частково складається на території об'єкта для подальшого зворотного засипання пазух між стінами підвалу та укосами котловану.

Розміщення транспортних засобів під завантаження організовується за допомогою попередньо встановлених віх.

Очищення дна котловану до проєктної позначки виконується легким бульдозером ДЗ-42 на базі трактора ДТ-75-С2. Після механізованого доопрацювання проводиться остаточне ручне зачищення ґрунту.

Улаштування пальових фундаментів

Технологічна карта є невід'ємною складовою частиною проєкту виконання робіт (ПВР) і розробляється для організації процесів улаштування пальових фундаментів, а також інших основних будівельно-монтажних робіт. Її призначення полягає у детальному опрацюванні технології та організації виконання будівельного процесу з урахуванням найбільш раціональних, економічно доцільних і безпечних методів виробництва робіт.

У технологічній карті визначаються послідовність виконання операцій, їх тривалість, взаємозв'язок окремих процесів, а також потреба в трудових, матеріальних і технічних ресурсах. Документ дозволяє забезпечити безперервність робіт, підвищити продуктивність праці, скоротити простої машин та механізмів і створити належні умови безпеки на будівельному майданчику.

При розробленні технологічної карти за основу приймаються такі принципи [16]:

- «застосування сучасних технологічних рішень і передових методів організації будівництва;

- комплексна механізація процесів із використанням високопродуктивної техніки;

- впровадження наукової організації праці;

- раціональне використання робочої сили та матеріальних ресурсів;

- дотримання вимог охорони праці, пожежної безпеки та виробничої санітарії;

- забезпечення високої якості виконання будівельно-монтажних робіт».

Технологія виконання робіт з улаштування перекриття типового поверху

Монтаж плит перекриття та покриття здійснюється відповідно до прийнятої схеми будівлі із застосуванням вантажопідіймального крана. Поздовжньо орієнтовані плити укладають послідовно від однієї несучої стіни до протилежної.

Після монтажу першої плити на ній встановлюють тимчасове захисне огороження, оскільки надалі монтажники виконують роботи безпосередньо з поверхні вже змонтованих конструкцій.

У процесі встановлення кожної плити її положення уточнюють за допомогою ломиків та монтажного інструменту, забезпечуючи точність посадки в проєктне положення. Після завершення монтажу стики між плитами заповнюють цементним розчином марки не нижче М100.

Монтаж сходових маршів і міжповерхових площадок виконується аналогічним способом із застосуванням крана, із точним встановленням елементів за розбивочними осями та подальшим закріпленням.

Технологія влаштування стін

Процес мурування стін включає комплекс послідовних операцій:

- встановлення порядовок;

- натягування причального шнура;

- підготовку основи під кладку;

подачу та розрівнювання розчину;
укладання блоків або цегли з формуванням горизонтальних і вертикальних швів;
перевірку правильності кладки;
розшивання швів.

Порядовки встановлюють у кутах будівлі, місцях перетину стін та на прямих ділянках з інтервалом не більше 12 м. Причальний шнур натягують між порядовками, а для запобігання провисанню через кожні 4–5 м під нього підкладають маякові елементи.

Причалка використовується як орієнтир для дотримання горизонтальності та прямолінійності кладки. Для зовнішніх рядів вона встановлюється на кожен ряд, для внутрішніх – через 3–4 ряди.

Розчин готується централізовано, доставляється на будівельний майданчик автотранспортом, вивантажується в металеві контейнери та подається до робочих місць краном.

Технологія улаштування підлог

Підготовка основи під підлоги виконується паралельно зі зведенням каркаса будівлі.

Залежно від призначення приміщень у будинку передбачаються такі типи підлог: бетонні; з керамограніту; із паркетних щитів; з керамічної плитки.

Перед укладанням покриттів виконують очищення основи, улаштування стяжок, вирівнювання поверхонь та контроль відміток.

Технологія улаштування покрівлі

Перед настиланням рулонного покрівельного килима основу необхідно очистити від пилу, висушити та заґрунтувати.

Рулонні матеріали попередньо розгортають і випрямляють для усунення деформацій. Подача матеріалів на дах здійснюється краном, а переміщення по покрівлі – спеціальними візками або мототележками.

Наклеювання шарів рулонного матеріалу виконується послідовно із забезпеченням необхідних нахльостів і герметичності стиків.

Технологія виконання облицювальних і штукатурних робіт

Штукатурні роботи виконують по секціях зверху вниз. Розчин готують безпосередньо в день використання.

Нанесення розчину на поверхню здійснюється механізованим способом за допомогою форсунок. Товщина першого шару (набризку) не повинна перевищувати 5 мм. Кожен наступний шар наносять лише після схоплення попереднього.

Розрівнювання штукатурки виконують правилом по маякових рейках або маякових марках.

У приміщеннях із підвищеною вологістю – санвузлах, душових, ванних кімнатах і кухнях – стіни додатково облицювають керамічною плиткою. Перед облицюванням поверхню розмічають і встановлюють маякові плитки з кроком 100–200 см.

Заповнення швів полімерцементним розчином виконують через 1–2 доби після укладання плитки.

Організація та технологія виконання робіт при влаштуванні цегляних стін

До початку мурування повинні бути завершені такі роботи:

організація будівельного майданчика;

виконання робіт нульового циклу;

геодезична розбивка осей будівлі;

доставка крана, підмостків, інвентарю та матеріалів.

Цеглу доставляють на об'єкт на піддонах спеціалізованим транспортом.

Розчин підвозять розчиновозами та завантажують у бункери для подачі до місця роботи.

Під час виконання кладки запас матеріалів постійно поповнюється. Складування цегли здійснюється на вирівняних майданчиках або на плитах перекриття.

Роботи виконує комплексна бригада, до складу якої входять мулярі, монтажники-такелажники та теслярі.

Для кладки застосовують інвентарні шарнірно-пакетні підмости, а в зоні сходових кліток – перехідні площадки та спеціальні помости.

Ширина робочої зони приймається 2,5 м, з яких 0,6–0,7 м становить безпосереднє робоче місце муляра.

Послідовність виконання кладки поверху:

- підготовка робочого місця;
- встановлення підмостків;
- подача цегли та розчину;
- встановлення порядовок;
- натягування причалки;
- кладка стін;
- розшивання швів;
- контроль якості.

Кладку виконують ланками типу «двійка» у дві зміни по захватках і ярусах.

Муляр вищої кваліфікації виконує встановлення порядовок, натягування шнура та ведення верстових рядів, а другий робітник забезпечує подачу матеріалів, розстилання розчину, укладання забутки та розшивання швів.

Після завершення першого ярусу виконують перестановку риштувань за допомогою крана. Монтаж і перестановка підмостків здійснюється теслярами та такелажниками з дотриманням правил безпеки.

Після встановлення підмостків на нову висоту роботи продовжують на наступному ярусі до завершення поверху.

Вибір основного монтажного механізму

Для виконання монтажних робіт під час зведення будівлі приймається баштовий кран, який забезпечує подачу та встановлення збірних залізобетонних елементів у проєктне положення. Вибір крана здійснюється з урахуванням геометричних параметрів будівлі, необхідного вильоту стріли, висоти підйому гака та максимальної маси монтажного елемента.

При ширині колії крана 6 м, відстані від найближчої рейки до зовнішньої

стіни будівлі 2 м та загальній ширині будівлі з урахуванням конструктивних запасів 15,4 м, необхідний виліт стріли крана визначається за умовою забезпечення подачі конструкцій до найбільш віддаленої точки монтажу:

$$L_{\text{стр}} = 14,4 + 2 + 6 / 2 = 19,4 \text{ м.}$$

Отже, прийнятий кран повинен мати робочий виліт стріли не менше 19,4 м.

Найбільша маса монтажного елемента приймається за масою плити перекриття розміром $6,0 \times 1,5$ м і становить $Q_{\text{max}} = 2,8$ т.

Необхідна висота підйому гака визначається з урахуванням висоти будівлі, висоти монтажного елемента, запасу за висотою та висоти стропування:

$$H_{\text{під}} = h_{\text{ел}} + h_{\text{з}} + h_{\text{стр}} + h_{\text{буд}},$$

де $h_{\text{ел}} = 0,3$ м — висота монтажного елемента;

$h_{\text{з}} = 0,5$ м — запас за висотою для безпечного монтажу;

$h_{\text{стр}} = 1,6$ м — висота стропування;

$h_{\text{буд}} = 31$ м — висота будівлі.

Підставляємо значення:

$$H_{\text{під}} = 0,3 + 0,5 + 1,6 + 31 = 33,4 \text{ м.}$$

Таким чином, монтажний кран повинен забезпечувати висоту підйому гака не менше 33,4 м, виліт стріли не менше 19,4 м та вантажопідйомність понад 2,8 т на відповідному вильоті.

За технічними характеристиками для виконання монтажних робіт приймається баштовий кран КБ-160.2, також відомий як КБ-308.

Таблиця - Технічні характеристики крана КБ-160.2 (КБ-308)

Найменування показника	Значення
Максимальний виліт стріли	25 м
Мінімальний виліт стріли	13 м
Висота підйому гака на мінімальному вильоті	55 м
Висота підйому гака на максимальному вильоті	40,5 м
Вантажопідйомність при мінімальному вильоті стріли	8 т
Вантажопідйомність при максимальному вильоті стріли	5,5 т

Швидкість підйому вантажу	15 м/хв
Швидкість повороту стріли	0,6 об/хв
Швидкість пересування крана	19,7 м/хв
Потужність електродвигуна	58 кВт
Ширина колії	6000 мм

Перевірка відповідності прийнятого крана розрахунковим вимогам: за вильотом стріли $L_{\text{потр}} = 19,4 \text{ м} < L_{\text{мах}} = 25 \text{ м}$; за висотою підйому гака: $H_{\text{потр}} = 33,4 \text{ м} < H_{\text{мах}} = 40,5 \text{ м}$; за вантажопідйомністю: $Q_{\text{мах}} = 2,8 \text{ т} < Q_{\text{кр}} = 5,5 \text{ т}$.

Усі основні умови підбору монтажного крана виконуються.

Вимоги до якості і технічного прийняття робіт

Якість будівельної продукції – це сукупність властивостей об’єкта будівництва, які характеризують його здатність повністю відповідати встановленому призначенню та задовольняти нормативні, функціональні й експлуатаційні вимоги. До таких характеристик належать архітектурно-естетичні, конструктивно-технічні, технологічні, санітарно-гігієнічні, економічні та інші показники.

Рівень якості будівельної продукції залежить від низки основних факторів, серед яких:

- загальний технічний рівень проєктних рішень;
- відповідність проєкту сучасним досягненням науки і техніки;
- дотримання вимог чинних будівельних норм, стандартів і правил;
- якість будівельних матеріалів, виробів, конструкцій та обладнання;
- належний рівень виконання будівельно-монтажних робіт на всіх етапах будівництва.

Будівельні матеріали, вироби та конструкції, що застосовуються на об’єкті, повинні відповідати державним стандартам, технічним умовам, сертифікатам якості та проєктній документації.

Система контролю та нагляду

Контроль якості в будівництві забезпечується системою державного, відомчого та внутрішнього нагляду. До неї входять:

органи державного архітектурно-будівельного контролю;

служби технічного нагляду замовника;

представники генерального проєктувальника, що здійснюють авторський нагляд;

виробничо-технічні служби підрядної організації;

лабораторії контролю якості будівельних матеріалів і робіт.

Основним завданням цих структур є перевірка відповідності будівництва затвердженому проєкту, вимогам нормативної документації та технічним умовам.

Виробничий контроль якості

Виробничий контроль проводиться на всіх стадіях підготовки та виконання будівельно-монтажних робіт. Його метою є отримання повної та достовірної інформації щодо фактичного стану якості робіт, використаних матеріалів, технологій і організації будівельного процесу.

Такий контроль дозволяє своєчасно виявляти відхилення від проєктних рішень; встановлювати причини виникнення дефектів; оперативно усувати недоліки; запобігати повторенню порушень у подальшому.

Виробничий контроль якості охоплює три основні види: Вхідний контроль; Операційний контроль; Приймальний контроль.

Вхідний контроль

Вхідний контроль проводять перед початком використання матеріалів, виробів, конструкцій, обладнання та робочої документації.

Під час цього контролю перевіряють наявність паспортів, сертифікатів та супровідної документації; відповідність продукції проєкту; зовнішній стан виробів і конструкцій; відсутність пошкоджень, тріщин, корозії чи деформацій; відповідність геометричних розмірів та маркування.

Матеріали або конструкції, що не відповідають установленим вимогам, до використання не допускаються.

Операційний контроль

Операційний контроль здійснюється безпосередньо під час виконання окремих будівельних процесів або одразу після їх завершення.

Його основне призначення полягає у забезпеченні якості робіт на кожному технологічному етапі та недопущенні накопичення дефектів.

Контролю підлягають: точність геодезичної розбивки; якість земляних робіт; правильність армування конструкцій; дотримання рецептури бетонних сумішей; якість мурування; монтаж конструкцій; товщина ізоляційних шарів; параметри оздоблювальних робіт тощо.

У разі виявлення порушень роботи зупиняють до усунення недоліків.

Приймальний контроль

Приймальний контроль є завершальним етапом перевірки якості та полягає у встановленні відповідності виконаних робіт вимогам проєкту, стандартів і будівельних норм.

Прийманню підлягають: завершені види робіт; окремі конструктивні елементи; відповідальні несучі конструкції; приховані роботи; завершені етапи будівництва.

Оцінювання якості виконаних робіт здійснюють спеціалізовані служби будівельної організації із застосуванням необхідних технічних засобів вимірювання та контролю.

Контроль прихованих робіт

Особливу увагу приділяють прихованим роботам, які після наступних операцій стають недоступними для огляду. До них належать: улаштування фундаментів; армування конструкцій перед бетонуванням; гідроізоляція; теплоізоляція; прокладання інженерних мереж; підготовка основ під підлоги тощо.

Такі роботи підлягають обов'язковому попередньому прийманню з оформленням актів огляду прихованих робіт.

Акти складаються після завершення відповідного процесу та до початку наступного етапу робіт. Підписання документів здійснюється представниками підрядника, технічного нагляду замовника та, за потреби, авторського нагляду.

Система контролю якості в будівництві забезпечує надійність, довговічність і безпечну експлуатацію споруди. Своєчасне проведення вхідного, операційного та приймального контролю дозволяє гарантувати відповідність будівельної продукції проєктним рішенням і чинним нормативним вимогам.

4. Охорона праці

Правові та нормативні основи охорони праці

Охорона праці є однією з важливих складових державної соціальної політики, головною метою якої є збереження життя, здоров'я та працездатності людини під час виконання трудових обов'язків. У сфері будівництва питання охорони праці мають особливе значення, оскільки виконання будівельно-монтажних робіт пов'язане з дією небезпечних і шкідливих виробничих факторів.

Правові та нормативні засади охорони праці в Україні формуються системою законів, підзаконних актів, державних стандартів, будівельних норм, санітарних правил, галузевих інструкцій та інших нормативно-правових документів. Вони визначають права та обов'язки роботодавців і працівників щодо створення безпечних, здорових і належних умов праці [17].

До основних законодавчих актів, які регулюють питання охорони праці в Україні, належать:

Конституція України;

Кодекс законів про працю України;

Закон України «Про охорону праці»;

Закон України «Про пожежну безпеку»;

Закон України «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення»;

інші нормативно-правові акти, що встановлюють вимоги безпеки праці в окремих галузях виробництва.

Конституційні гарантії права на безпечну працю

Основним нормативно-правовим документом держави, який закріплює право громадян на належні, безпечні та здорові умови праці, є Конституція України. Вона гарантує кожній людині право на працю, на захист життя і здоров'я, а також на соціальний захист у разі втрати працездатності, нещасного випадку на виробництві або професійного захворювання.

Реалізація цих гарантій забезпечується через систему законів та інших

нормативних актів, які визначають порядок організації безпечного виробничого процесу, відповідальність роботодавця за стан охорони праці та права працівників на захист від небезпечних умов праці.

Кодекс законів про працю України

Кодекс законів про працю України є базовим документом, який регулює трудові відносини між працівником і роботодавцем. Його положення поширюються на підприємства, установи та організації незалежно від форми власності, виду діяльності та галузевої належності.

КЗпП України визначає порядок укладення, зміни та припинення трудового договору, регламентує режим праці й відпочинку, питання оплати праці, гарантії та компенсації працівникам, трудову дисципліну, а також обов'язки сторін у сфері охорони праці. Окреме значення мають норми, що встановлюють відповідальність роботодавця за створення безпечних умов праці та обов'язок працівника дотримуватися вимог безпеки під час виконання робіт.

Законодавча база охорони праці в Україні

Законодавство України з охорони праці є системою взаємопов'язаних нормативних документів, спрямованих на реалізацію державної політики у сфері безпеки праці. Воно охоплює правові, організаційні, соціально-економічні, технічні, санітарно-гігієнічні та лікувально-профілактичні заходи, які мають забезпечувати збереження здоров'я працівників у процесі трудової діяльності.

Ключове місце в цій системі займає Закон України «Про охорону праці». Він визначає основні принципи державної політики у сфері охорони праці, права працівників на безпечні умови праці, обов'язки роботодавця щодо організації безпечного виробничого середовища, порядок навчання та проведення інструктажів, забезпечення працівників засобами індивідуального захисту, а також порядок розслідування нещасних випадків і професійних захворювань.

Крім того, Закон встановлює відповідальність посадових осіб і працівників за порушення вимог охорони праці, що є важливим елементом профілактики виробничого травматизму.

Підзаконні нормативні акти

Окрім законів, регулювання питань охорони праці здійснюється за допомогою підзаконних нормативних актів. До них належать укази Президента України, постанови та розпорядження Кабінету Міністрів України, накази міністерств і відомств, державні стандарти, санітарні норми, будівельні норми, правила безпеки, галузеві положення та інструкції.

Такі документи деталізують вимоги законодавства та визначають конкретний порядок організації безпечної роботи в окремих сферах діяльності. Прикладом підзаконного нормативного регулювання є порядок розслідування та обліку нещасних випадків, професійних захворювань і аварій на підприємствах.

Спеціальні нормативні акти з охорони праці

До спеціальних нормативних документів належать міжгалузеві та галузеві нормативно-правові акти з охорони праці. Вони встановлюють обов'язкові вимоги до організації виробничих процесів, експлуатації машин і механізмів, використання обладнання, виконання робіт підвищеної небезпеки, забезпечення працівників засобами захисту та профілактики виробничого травматизму.

До таких документів належать:

- правила безпеки;
- державні стандарти;
- норми та положення;
- інструкції з охорони праці;
- технічні регламенти;
- будівельні та санітарні норми.

Вимоги цих документів є обов'язковими для підприємств, установ та організацій незалежно від форми власності. Їх дотримання забезпечує належний рівень безпеки виробництва, зменшує ризик виникнення аварійних ситуацій і сприяє збереженню здоров'я працівників.

Нормативні акти з охорони праці для працівників

Нормативно-правові акти з охорони праці для працівників встановлюють правила поведінки на робочому місці та порядок безпечного виконання певних видів робіт [17]. До таких документів належать правила внутрішнього трудового

розпорядку, посадові інструкції, інструкції з охорони праці за професіями та видами робіт, правила пожежної безпеки, а також норми видачі та використання спеціального одягу, спеціального взуття й інших засобів індивідуального захисту.

Кожен працівник зобов'язаний знати вимоги цих документів і неухильно їх виконувати. Недотримання правил охорони праці може призвести до виникнення аварійних ситуацій, травмування працівників або порушення технологічного процесу.

Відповідальність за порушення законодавства про охорону праці

Законодавством України передбачена відповідальність за порушення вимог охорони праці. Вона може застосовуватися як до роботодавців і посадових осіб, так і до працівників, якщо їхні дії або бездіяльність спричинили порушення встановлених правил безпеки.

Залежно від характеру порушення та його наслідків передбачаються такі види відповідальності:

- дисциплінарна;
- адміністративна;
- матеріальна;
- кримінальна.

Дисциплінарна відповідальність регулюється Кодексом законів про працю України та може передбачати догану або звільнення працівника з роботи. Вона застосовується у разі невиконання або неналежного виконання працівником своїх трудових обов'язків, зокрема вимог інструкцій з охорони праці.

Адміністративна відповідальність передбачає накладення штрафів на посадових осіб або підприємства за недотримання нормативних вимог у сфері безпеки праці. Такий вид відповідальності застосовується у випадках, коли порушення не призвело до тяжких наслідків, але створило небезпеку для працівників.

Матеріальна відповідальність настає у випадку завдання майнової шкоди підприємству, працівнику або третім особам унаслідок порушення вимог

охорони праці. Вона може полягати у відшкодуванні збитків у встановленому законом порядку.

Кримінальна відповідальність застосовується у випадках грубого порушення вимог охорони праці, якщо такі порушення призвели до тяжких наслідків: травмування людей, професійних захворювань, аварій або загибелі працівників.

Виробнича санітарія

Виробнича санітарія та гігієна праці – це комплекс заходів і вимог, спрямованих на попередження негативного впливу виробничих факторів на організм працівника, збереження його здоров'я, працездатності та створення безпечних і комфортних умов праці.

Вона вивчає шкідливі та небезпечні фактори виробничого середовища, визначає джерела їх виникнення, а також встановлює організаційні, технічні та санітарно-гігієнічні способи захисту від їх впливу. Основною метою виробничої санітарії є формування оптимальних умов праці, які мінімізують ризики професійних захворювань і перевтоми працівників.

Загальні гігієнічні вимоги

До основних вимог загальної виробничої гігієни належать:

дотримання санітарно-захисних зон між виробничими об'єктами та житловою забудовою;

забезпечення належних умов у будівлях і виробничих приміщеннях;

відповідність планувальних рішень та мікроклімату приміщень чинним нормативним документам, зокрема ДБН В.2.2-15:2019; організація належного освітлення, вентиляції та опалення; забезпечення чистоти та порядку на робочих місцях.

Санітарний захист виробничих об'єктів

Для об'єктів, які є потенційними джерелами шкідливого впливу на людину та навколишнє середовище, обов'язково передбачаються заходи санітарного захисту.

Такі заходи розробляються з урахуванням: потужності та типу виробничого об'єкта; особливостей технологічних процесів; характеру та обсягів шкідливих і токсичних речовин; наявності неприємних запахів; рівня шуму та вібрації; впливу електромагнітних полів; ультразвукового та радіаційного випромінювання; інших небезпечних факторів виробничого середовища.

Метою санітарного захисту є обмеження або повне усунення впливу зазначених факторів на працівників та населення, що проживає поблизу виробничих об'єктів.

Виробнича санітарія є важливою складовою системи охорони праці, оскільки забезпечує формування безпечного та здорового виробничого середовища. Дотримання санітарно-гігієнічних вимог дозволяє знизити рівень професійних ризиків, підвищити працездатність працівників і забезпечити стабільну та безпечну експлуатацію виробничих об'єктів.

Санітарно-гігієнічне обслуговування працівників на будівельному майданчику є важливою складовою системи охорони праці. Його основна мета полягає у створенні належних побутових, санітарних і виробничих умов для будівельників-монтажників, збереженні їх здоров'я, працездатності та запобіганні професійним захворюванням.

Під час організації будівельного майданчика необхідно передбачити комплекс санітарно-побутових приміщень, які забезпечують працівникам можливість переодягання, відпочинку, приймання їжі, дотримання особистої гігієни та отримання першої медичної допомоги. Склад і площа таких приміщень визначаються залежно від чисельності працівників, характеру виконуваних робіт, тривалості будівництва та умов праці.

На території будівельного майданчика передбачаються такі санітарно-побутові приміщення:

- гардеробні для зберігання вуличного, домашнього та спеціального одягу;
- душові приміщення;
- умивальні;
- туалети;

приміщення для обігріву та короткочасного відпочинку працівників;
приміщення для приймання їжі;
пункт надання першої медичної допомоги;
місця для сушіння спецодягу та спецвзуття.

Побутові приміщення розміщують у тимчасових інвентарних будівлях або блок-контейнерах. Вони повинні бути розташовані поза межами небезпечних зон роботи кранів, місць складування матеріалів, зон руху будівельної техніки та ділянок, де можливе падіння вантажів. До санітарно-побутових приміщень необхідно забезпечити зручні та безпечні підходи.

Гардеробні обладнуються шафами або відділеннями для окремого зберігання особистого та робочого одягу. За необхідності передбачаються пристрої для сушіння спецодягу і взуття, особливо при виконанні робіт у холодний період року або в умовах підвищеної вологості.

Для забезпечення особистої гігієни працівників на майданчику влаштовуються умивальні та душові. Вони повинні мати холодне та, за можливості, гаряче водопостачання, а також засоби для миття рук. Санітарні вузли розміщують у доступних місцях із дотриманням вимог санітарних норм. Їх необхідно регулярно прибирати, дезінфікувати та забезпечувати справною вентиляцією.

Для приймання їжі передбачається окреме приміщення, обладнане столами, місцями для сидіння, пристроями для підігріву їжі та питною водою. Приймання їжі безпосередньо на робочих місцях, у зонах складування матеріалів або поблизу джерел пилу, шуму та шкідливих речовин не допускається.

На будівельному майданчику повинно бути організоване питне водопостачання. Працівники забезпечуються якісною питною водою, що відповідає санітарним вимогам. Питні установки або ємності з водою розміщуються у зручних для користування місцях, захищених від забруднення та нагрівання.

У холодний період року для працівників передбачаються приміщення для обігріву. Вони повинні бути обладнані опаленням, місцями для сидіння та

засобами для сушіння одягу. Під час роботи в умовах низьких температур необхідно встановлювати регламентовані перерви для обігріву та відпочинку.

Для надання першої медичної допомоги на майданчику передбачається аптечка з необхідними медикаментами та перев'язувальними матеріалами. Відповідальна особа повинна контролювати її укомплектованість і термін придатності медичних засобів. Працівники мають бути ознайомлені з місцем розташування аптечки та порядком дій у разі травмування.

Особлива увага приділяється санітарному стану території будівельного майданчика. Робочі місця, проходи, проїзди та побутові зони повинні регулярно очищатися від будівельного сміття, відходів, залишків матеріалів і забруднень. Для збирання відходів передбачаються спеціальні контейнери, які необхідно своєчасно вивозити з території майданчика.

Для зменшення запиленості повітря робочої зони застосовуються зволоження матеріалів, прибирання території, використання пиловловлювальних пристроїв, а також засобів індивідуального захисту органів дихання. При виконанні робіт, пов'язаних із підвищеним рівнем шуму або вібрації, працівники забезпечуються відповідними засобами захисту — навушниками, вкладишами, рукавицями та іншим спеціальним спорядженням.

Будівельники-монтажники повинні бути забезпечені спецодягом, спецвзуттям, захисними касками, рукавицями, запобіжними поясами, захисними окулярами, респіраторами та іншими засобами індивідуального захисту залежно від виду виконуваних робіт. Засоби захисту повинні бути справними, відповідати розмірам працівників і застосовуватися протягом усього часу перебування в небезпечних виробничих зонах.

Техніка безпеки

Аналіз основних причин травматизму під час виконання будівельно-монтажних робіт

Під час виконання земляних, монтажних, вантажопідіймальних та висотних робіт на будівельному майданчику можуть виникати небезпечні й шкідливі виробничі фактори, які створюють ризик травмування працівників.

Особливо небезпечними є роботи в котлованах, траншеях, поблизу діючих механізмів, а також на висоті.

До основних небезпечних факторів, які можуть виникати під час будівельно-монтажних робіт, належать:

- можливе обвалення ґрунту в котлованах і траншеях;
- падіння будівельних матеріалів, інструментів, уламків конструкцій або породи;
- переміщення вантажів вантажопідіймальними механізмами;
- рух будівельних машин, автотранспорту та механізмів у межах майданчика;
- ризик падіння працівників з висоти під час монтажу конструкцій;
- ураження електричним струмом у разі пошкодження кабелів або порушення правил експлуатації електрообладнання;
- вплив шкідливих речовин, пилу, шуму, вібрації та несприятливих метеорологічних умов.

Для запобігання виробничому травматизму на будівельному майданчику передбачається комплекс організаційних і технічних заходів. Вибір вантажопідіймальних механізмів необхідно здійснювати з урахуванням безпечності їх експлуатації, стійкості, вантажопідйомності та можливості застосування сучасних вантажозахоплювальних пристроїв.

На ділянках, де виконуються монтажні роботи, не допускається одночасне проведення інших робіт, оскільки це може створювати додаткові небезпечні зони. Стропування конструкцій повинно виконуватися тільки справними вантажозахоплювальними пристроями, передбаченими проектом виконання робіт. Перед підніманням кожного елемента необхідно перевіряти правильність його стропування, справність монтажних петель і надійність кріплення вантажу.

Монтажні роботи на відкритих майданчиках забороняється виконувати при швидкості вітру 15 м/с і більше, а також під час туману, грози, сильних опадів або недостатньої видимості в межах робочої зони. Будівельні підмостки та риштування повинні встановлюватися на очищену, вирівняну та ущільнену основу, що забезпечує їх стійкість під час експлуатації.

Під час мурування стін необхідно передбачати захисні козирки по периметру будівлі, які запобігають падінню матеріалів та інструментів на працівників, що перебувають нижче. Усі робочі місця на висоті мають бути обладнані огороженнями, настилами, бортовими дошками та безпечними підходами.

Вантажопідіймальні крани з електроприводом підлягають обов'язковому заземленню або зануленню. Тимчасові електричні мережі на будівельному майданчику повинні виконуватися ізольованими проводами, прокладеними на опорах. Висота прокладання проводів має бути не меншою ніж 2,5 м над робочими місцями та не меншою ніж 6,0 м над проїздами.

Тимчасові дороги на будівельному майданчику необхідно влаштовувати без тупикових ділянок, шириною не менше 4 м. Вони повинні бути обладнані дорожніми знаками та покажчиками руху. Швидкість руху автотранспорту в межах будівельного майданчика обмежується: на прямих ділянках — не більше 10 км/год, на поворотах — не більше 5 км/год.

Реалізація зазначених заходів дає змогу знизити рівень виробничих ризиків, підвищити безпеку праці та забезпечити належну організацію будівельного процесу.

Розрахунок небезпечної зони на будівельному майданчику

Під час роботи баштового крана на будівельному майданчику необхідно встановити межі небезпечної зони, у межах якої можливе падіння або зміщення вантажу. Межі цієї зони позначаються попереджувальними знаками безпеки та сигнальним огороженням.

У даному проєкті передбачається використання баштового крана КБ-403Б з максимальним вильотом стріли $r = 30,0$ м.

Максимальна висота підйому конструкції становить $h = 41$ м.

Радіус небезпечної зони визначається за формулою $R = r + S$,

де r — максимальний виліт стріли крана, м;

S — можливий відліт вантажу при його падінні або зміщенні, м.

Таблиця 4.1 — Вихідні параметри для розрахунку небезпечної зони роботи крана

№	Найменування параметра	Позначення	Значення	Одиниця виміру
1	Максимальна висота підйому конструкції	h	41	м
2	Довжина стропа	m	2	м
3	Половина довжини конструкції, що підіймається	n	3	м
4	Кут між вертикаллю і стропом	α	30	град

За результатами розрахунку можливий відліт вантажу становить $S = 12,8$ м.

Тоді радіус небезпечної зони дорівнює:

$$R = 30,0 + 12,8 = 42,8 \text{ м.}$$

Отже, радіус небезпечної зони під час роботи крана КБ-403Б становить 42,8 м. У межах цієї зони забороняється перебування сторонніх осіб, складування матеріалів без технологічної необхідності та виконання робіт, не пов'язаних із монтажем.

Електробезпека на будівельному майданчику

Забезпечення електробезпеки на будівельному майданчику здійснюється відповідно до вимог Правил улаштування електроустановок, Правил технічної експлуатації електроустановок споживачів, а також чинних нормативних документів з охорони праці та електробезпеки.

Монтаж, експлуатація, ремонт і технічне обслуговування тимчасових та постійних електричних мереж повинні виконуватися лише кваліфікованими працівниками, які мають відповідну групу з електробезпеки та допуск до виконання електротехнічних робіт.

Штепсельні розетки, призначені для підключення переносного електроінструменту та обладнання, повинні бути обладнані пристроями

захисного вимкнення. Для підвищення рівня захисту від ураження електричним струмом струм спрацювання таких пристроїв не повинен перевищувати 30 мА.

Захист електроустановок на будівельному майданчику забезпечується за допомогою плавких запобіжників із каліброваними вставками або автоматичних вимикачів. Такі пристрої дозволяють запобігти аварійним режимам роботи електромереж, коротким замиканням і перевантаженням.

До робіт в електроустановках належать заміна запобіжників, ремонт освітлювальних мереж, обслуговування електропроводки та підключення електрообладнання. Такі роботи повинні виконуватися не менше ніж двома працівниками, один із яких здійснює контроль за безпечним виконанням операцій.

Під час електротехнічних робіт обов'язковим є застосування захисного заземлення або занулення електрообладнання. Робоче місце електромонтера повинно бути організоване так, щоб струмоведучі частини, які перебувають під напругою, знаходилися спереду або збоку від працівника. Це знижує ризик випадкового контакту з небезпечними елементами електроустановки.

Працівники, які виконують електротехнічні роботи, повинні використовувати засоби індивідуального захисту: діелектричні рукавички, інструмент з ізольованими ручками, захисне взуття, каски та інші необхідні засоби захисту. Спецодяг має бути застібнутий, рукави — опущені, а голова — захищена відповідним головним убором.

Електропостачання будівельного майданчика здійснюється від трансформаторної підстанції, яка забезпечує живлення будівельних механізмів, тимчасового освітлення, електроінструменту та побутових споживачів. До електрообладнання, що підлягає обов'язковому заземленню, належить баштовий кран КБ-403Б потужністю електродвигуна 121 кВт.

Основним заходом захисту працівників від ураження електричним струмом є влаштування захисного заземлення. Воно забезпечує відведення струму витоку в землю та зниження напруги дотику на металевих частинах обладнання у разі пошкодження ізоляції.

Як вертикальні заземлювачі приймаються сталеві труби діаметром 0,06 м і довжиною 2 м. Для з'єднання вертикальних заземлювачів між собою використовується горизонтальний провідник зі смугової сталі. Перед установленням заземлювачів улаштовуються траншеї, після чого елементи заземлювального контуру засипаються ґрунтом із подальшим ущільненням.

Правильно виконана система заземлення значно підвищує рівень електробезпеки на будівельному майданчику та знижує ризик ураження працівників електричним струмом під час експлуатації будівельної техніки.

Пожежна безпека

Будівля за конструктивними характеристиками належить до II ступеня вогнестійкості. Її основні несучі та огорожувальні конструкції виконані з негорючих матеріалів, зокрема цегли, штучного каменю та залізобетону. Такі конструктивні рішення забезпечують достатню стійкість будівлі до дії високих температур і обмежують поширення пожежі.

Цегляні конструкції мають високу термічну стійкість і здатні витримувати нагрівання в межах 700–900 °С без істотної втрати міцності та руйнування. Межа вогнестійкості суцільних цегляних стін товщиною 250 мм становить приблизно 5 годин. Для стін із пустотілої цегли цей показник може досягати близько 5,5 годин завдяки особливостям їхньої структури та теплофізичних властивостей.

Пожежна безпека на будівельному майданчику

На будівельному майданчику пожежі можуть виникати внаслідок порушення правил пожежної безпеки, недотримання технологічної дисципліни, несправності електромереж або необережного поводження з відкритим вогнем.

Основними причинами виникнення пожеж є:

- порушення правил виконання електрозварювальних робіт;
- несправність або перевантаження тимчасових електричних мереж;
- порушення правил експлуатації електрообладнання;
- необережне поводження з відкритим вогнем;
- паління у невстановлених місцях;

– зберігання горючих матеріалів без дотримання протипожежних вимог.

Зварювальні роботи на будівельному майданчику дозволяється виконувати лише працівникам відповідної кваліфікації, які пройшли навчання з пожежно-технічного мінімуму та мають допуск до виконання таких робіт. Початок зварювальних робіт і підключення до тимчасових електричних мереж допускається лише після виконання необхідних заходів пожежної безпеки.

Перед початком зварювальних робіт робоча зона повинна бути очищена від горючих матеріалів у радіусі не менше 5 м. За потреби конструкції, які можуть займатися, необхідно захистити негорючими екранами або покривалами. У зоні виконання вогневих робіт повинні бути первинні засоби пожежогасіння.

На будівельному майданчику встановлюються попереджувальні знаки безпеки: «Не курити», «Прохід із відкритим вогнем заборонено», «Вхід стороннім заборонено — вогненебезпечно». Паління дозволяється тільки у спеціально відведених і обладнаних місцях.

Евакуаційними шляхами у разі виникнення пожежі є сходові клітки, які відокремлюються від коридорів і холів відповідно до планувальних рішень будівлі. Двері на шляхах евакуації повинні відкриватися у напрямку виходу з будівлі, що забезпечує швидке та безпечне залишення небезпечної зони.

Територія будівельного майданчика має бути забезпечена первинними засобами пожежогасіння. Усе протипожежне обладнання повинно утримуватися у справному стані та бути готовим до використання. Підходи до вогнегасників, пожежних щитів, ящиків з піском і ємностей з водою повинні залишатися вільними та позначатися відповідними знаками.

Визначення кількості первинних засобів пожежогасіння

Для забезпечення пожежної безпеки будівельного майданчика передбачається його оснащення первинними засобами пожежогасіння відповідно до вимог правил пожежної безпеки.

Таблиця 4.2 — Первинні засоби пожежогасіння для будівельного майданчика

№	Найменування засобу пожежогасіння	Характеристика / місткість	Кількість
1	Пожежний щит або стенд	Укомплектований пожежним інвентарем	2 шт.
2	Ящик із піском	Місткість 0,3 м³	1 шт.
3	Пожежне покривало	Розмір 2 × 2 м	1 шт.
4	Лопати	Для подавання піску та ліквідації осередків займання	2 шт.
5	Сокири	Пожежний інструмент	2 шт.
6	Вогнегасники на пожежному щиті	Для первинного гасіння пожежі	3 шт.
7	Діжки або ємності для води	Місткість 0,2 м³	за потребою
8	Пінні вогнегасники	Місткість 10 л	4 шт.
9	Порошкові вогнегасники	Місткість 5 л	4 шт.

Відстань від можливого осередку пожежі до місця розташування найближчого вогнегасника не повинна перевищувати 70 м. Це забезпечує можливість оперативного реагування на займання на початковій стадії.

Список використаних джерел

1. ДБН В.2.2-15:2019 Будинки і споруди. Житлові будинки. Основні положення.
2. ДБН В.2.1-10:2018 Основи та фундаменти будівель і споруд. Основні положення проектування.
3. Будівельна кліматологія. Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі ДСТУ – Н Б В.1.1-27:2010 - [Чинний від 2011-11-01]. - К. : Мінрегіонбуд України, 2011 – 123 с. - (Національний стандарт України).
4. ДБН В.1.2-2:2021 Навантаження і впливи. Норми проектування.
5. ДБН В.2.6-98:2009 Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення.
6. ДБН В.2.6-162:2010 Кам'яні та армокам'яні конструкції. Основні положення.
7. ДБН В.2.6-31:2021 Теплова ізоляція та енергоефективність будівель.
8. ДБН В.1.1-7:2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги.
9. ДБН В.1.2-4:2006. Інженерно-технічні заходи цивільного захисту (цивільної оборони). – [Чинний від 2007-04-01]. – К. : Укрархбудінформ, 2006. – 34 с.
10. ДСТУ Б.А.3.2-15:2011. Норми освітлення будівельного майданчика. - [Чинний від 2012-12-01]. – К.: Мінрегіон України, 2012– (Національні стандарти України).
11. ДБН А.2.2-3:2014 Склад та зміст проектної документації на будівництво.
12. ДБН А.2.1-1-2014 Інженерні вишукування для будівництва. Ґрунти та геологія
13. ДСТУ Б В.2.1-17:2009 Ґрунти. Методи лабораторного визначення фізичних властивостей.
14. ДСТУ Б В.2.1-4-96 Ґрунти. Методи визначення міцності та деформованості.
15. ДСТУ Б В.2.1-2-96 Ґрунти. Класифікація.

- 16.ДБН А.3.1-5:2016 «Організація будівельного виробництва».
- 17.ДБН А.3.2-2-2009 «Охорона праці і промислова безпека у будівництві».
- 18.Шутенко Л.М. та ін. Механіка ґрунтів, основи та фундаменти. Харків,
- 19.Практичний розрахунок елементів залізобетонних конструкцій за ДБН В.2.6-98:2009 у порівнянні з розрахунками за СНиП 2.03.01-84* і EN 1992-1-1 (Eurocode 2) / В.М. Бабаєв, А.М. Бамбура, О.М. Пустовойтова, П.А. Резнік, Є.Г. Стоянов, В.С. Шмуклер за заг. ред. В.С. Шмуклера. – Харків:Золоті сторінки, 2015. – 208с
- 20.Основи та фундаменти. Навчальний посібник для студентів спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія / І.О.Парфентьєва, О.В. Верешко, Д.А. Гусачук. Луцьк: ЛНТУ, 2017.- 296с.
- 21.Механіка ґрунтів, основи та фундаменти : підручник / Л. М. Шутенко, О. Г. Рудь, О. В. Кічаєва та ін. ; за ред. Л. М. Шутенка ; пер. з рос. ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2017. – 563 с.
- 22.Зоценко М.Л. та ін. Інженерна геологія, механіка ґрунтів, основи та фундаменти. – Полтава, 2003. – 550 с.