

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

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

Кафедра технології та організації будівельного виробництва

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА


Зведення багатоповерхового житлового будинку у Києві

Розробила: студ. III курсу, групи ПЦБ 2023-1у
спеціальності 192 - Будівництво та цивільна інженерія
ОП «Промислове та цивільне будівництво»

Лапшева Валерія Вікторівна



Керівник: к.ек.н., доц. Савченко О.І.



Рецензент: доцент Братішко С.М.



Харків – 2026 рік

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

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

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

« » червня 2026 р.



ЗАВДАННЯ

ДО ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ БАКАЛАВРА

ЛАПШЕВОЙ ВАЛЕРІЇ ВІКТОРІВНИ

Спеціальність: *192 - Будівництво та цивільна інженерія*

Освітньо-професійна програма: *Промислове та цивільне будівництво*

Тема кваліфікаційної роботи: *Зведення багатоповерхового житлового будинку у Києві* затверджена наказом ректора ХНУМГ ім. О. М. Бекетова № 447-03 від 26.05.206 р.

Термін подання завершеної роботи на кафедру “10” червня 2026 р.

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

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













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

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

- розрахунково-конструктивна частина: *багатопустотна плита перекриття, армування плити; інженерно-геологічний розріз; план фундаментів.*

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

КОНСУЛЬТАНТИ РОЗДІЛІВ РОБОТИ

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

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1. Архітектурно-будівельна частина	15.03.26-25.03.26	виконано
2. Розрахунково-конструктивна частина	27.03.26-27.04.26	виконано
3. Технологічні рішення та організація будівництва	29.04.26-20.05.26	виконано
4. Охорона праці	22.05.26-31.05.26	виконано

Керівник кваліфікаційної роботи _____



доц. Савченко О.І.

Завдання прийняв до виконання _____



Лапшева В.В.

Дата видачі завдання “15”березня 2026 р.

ЗМІСТ

Розділ 1. Архітектурно-будівельна частина.....	5
1.1 Архітектурно-конструктивна характеристика та вихідні параметри об'єкта будівництва.....	5
1.2 Планувальна організація території та рішення генерального плану.....	6
1.3 Просторово-планувальна структура та функціональна організація житлового будинку.....	9
1.4 Конструктивна схема та архітектурно-технічні рішення будівлі.....	10
1.5 Розрахунок теплотехнічних характеристик зовнішньої огорожувальної конструкції.....	13
Розділ 2. Розрахунково-конструктивна частина	15
2.1.Розрахунок та проєктування підземної частини будинку.....	15
2.2.Розрахунок та проєктування надземної частини житлового будинку....	23
Розділ 3. Технологічні рішення та організація будівництва.....	36
Розділ 4. Охорона праці.....	50
Список використаних джерел.....	62

РОЗДІЛ І

АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА

1.5 Архітектурно-конструктивна характеристика та вихідні параметри об'єкта будівництва

У межах кваліфікаційної роботи розглядається проєкт житлової будівлі малоповерхового типу, яка призначена для постійного проживання населення та відповідає сучасним вимогам до комфортності, енергоефективності й надійності конструкцій. Об'єкт має односекційне об'ємно-планувальне рішення та запроєктований у компактній прямокутній формі, що сприяє раціональному використанню земельної ділянки і зменшенню тепловтрат через огорожувальні конструкції.

Габаритні розміри будівлі в координаційних осях становлять $16,13 \times 15,75$ м. Поверховість будинку – чотири поверхи, додатково передбачено підвальний рівень. Висота типового поверху прийнята 3,0 м, що забезпечує нормативні санітарно-гігієнічні умови проживання, тоді як висота підвалу становить 2,9 м і дозволяє ефективно розміщувати інженерні мережі та допоміжні приміщення.

Функціонально-планувальна структура будівлі передбачає розміщення шести квартир на кожному типовому поверсі. Загальна кількість квартир у будинку становить 20, що відповідає обраному класу житла та забезпечує оптимальну щільність заселення. Планувальні рішення квартир орієнтовані на забезпечення інсоляції, природного освітлення та зручного зонування внутрішнього простору.

Будівництво об'єкта передбачається здійснювати на території міста Київ, що зумовлює необхідність врахування місцевих кліматичних та інженерно-геологічних умов. Відповідно до вимог ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 район будівництва належить до холодної кліматичної зони.

Основні розрахункові кліматичні параметри прийняті наступними: мінімальна температура зовнішнього повітря становить -22 °С, середня

температура найбільш холодної доби $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$, а також характерні значення температур для тридобового і п'ятидобового періодів знаходяться в межах від $-19\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$. За показниками вологості територія відноситься до нормальної зони, що не потребує спеціальних конструктивних заходів щодо захисту від надмірного зволоження.

При визначенні навантажень на конструкції враховано нормативні значення кліматичних впливів. Снігове навантаження відповідає II району і становить 1,2 кПа, що суттєво впливає на проектування покрівлі та несучих елементів. Вітрове навантаження належить до I району з нормативним значенням 0,23 кПа, що враховується при розрахунку стійкості та жорсткості будівлі.

Окрему увагу приділено глибині сезонного промерзання ґрунту, яка для умов Києва становить 1,0 м. Це значення є визначальним при виборі типу та глибини закладання фундаментів, оскільки впливає на запобігання морозному пученню основи.

Аналіз вітрового режиму території свідчить про переважання західних та північно-західних напрямків вітру протягом року. У зимовий період найбільша повторюваність припадає на західний напрямок (до 27%), тоді як у літній період спостерігається більш рівномірний розподіл із незначним переважанням західних потоків. Врахування цих даних є важливим при орієнтації будівлі на ділянці, а також при розробці заходів з підвищення енергоефективності та захисту від вітрових навантажень.

Прийняті архітектурно-конструктивні рішення базуються на комплексному врахуванні функціональних, кліматичних і конструктивних чинників, що забезпечує надійність, довговічність та комфорт експлуатації житлової будівлі в умовах заданого району будівництва.

1.2 Планувальна організація території та рішення генерального плану

Генеральний план об'єкта розроблено з урахуванням містобудівних умов, технологічної послідовності виконання будівельних процесів і прийнятих

архітектурно-конструктивних рішень. Просторова організація ділянки забезпечує раціональне розміщення будівлі, тимчасових споруд, інженерної інфраструктури та транспортних шляхів, що сприяє ефективному веденню будівництва та подальшій експлуатації об'єкта.

Будівництво передбачено в межах міста Київ, що обумовлює необхідність дотримання чинних вимог щодо благоустрою територій, санітарних розривів, екологічної безпеки та організації міського середовища. При розробці генерального плану враховано існуючу забудову, транспортну інфраструктуру та інженерні комунікації.

Для забезпечення належних санітарно-гігієнічних умов передбачено комплекс заходів із підготовки території. До них належать очищення та планування поверхні, організація тимчасового озеленення, а також влаштування систем відведення поверхневих вод. Це дозволяє зменшити запиленість, покращити мікроклімат і створити безпечні умови праці на будівельному майданчику.

Інженерне забезпечення території передбачає прокладання підземних мереж, необхідних як для періоду будівництва, так і для функціонування об'єкта. Проектом передбачено влаштування систем водопостачання, каналізації, електропостачання та теплопостачання. Усі комунікації розміщуються в траншеях із дотриманням нормативних глибин закладання, а також із забезпеченням необхідних відстаней між мережами з метою безпечної експлуатації та зручності обслуговування.

Вертикальне планування ділянки включає комплекс земляних робіт, спрямованих на формування проєктного рельєфу. Виконується зрізка надлишкових мас ґрунту у підвищених зонах та підсипка у знижених ділянках. Це забезпечує відведення поверхневих вод, створення зручних умов для розміщення будівлі та організації транспортних і пішохідних зв'язків.

Внутрішньомайданчикові проїзди та під'їзні шляхи запроектовані з покриттям із дрібнозернистого асфальтобетону. Такий тип покриття

характеризується достатньою міцністю, стійкістю до динамічних навантажень від будівельної техніки та знижує утворення пилу під час експлуатації.

Система водовідведення організована за комбінованим принципом. Атмосферні опади з покриттів проїздів, тротуарів і технологічних майданчиків відводяться по лотках у знижені ділянки рельєфу, звідки надходять у зливоприймальні колодязі та далі транспортуються мережею зливової каналізації. Для зон стоянки транспорту передбачено окрему схему водовідведення з урахуванням локальних навантажень і можливого забруднення стоків.

Транспортне обслуговування об'єкта забезпечується за рахунок підключення до існуючої вулично-дорожньої мережі міста, що дозволяє організувати безперебійне постачання матеріалів і рух будівельної техніки. Схема руху транспорту на майданчику прийнята з урахуванням вимог безпеки та мінімізації перетинів потоків.

Озеленення території передбачає створення сприятливого середовища як під час будівництва, так і після введення об'єкта в експлуатацію. На вільних від забудови ділянках запроектовано улаштування газонів, висадку декоративних чагарників і дерев листяних порід. Перед виконанням озеленювальних робіт здійснюється підготовка ґрунту, його очищення та вирівнювання, що забезпечує належні умови для розвитку рослинності.

Основні техніко-економічні показники генерального плану характеризують ефективність використання території. Загальна площа ділянки становить 2301,7 м², площа забудови – 697,5 м², що відповідає щільності забудови на рівні 31%. Площа озеленення складає 760,3 м², а коефіцієнт озеленення досягає 34%, що відповідає нормативним вимогам до житлової забудови. Коефіцієнт використання території, який враховує площу забудови разом із дорогами, тротуарами та майданчиками, становить 38%, що свідчить про раціональне планувальне рішення ділянки.

Узагальнюючи, прийняті рішення генерального плану забезпечують ефективну організацію будівельного майданчика, дотримання нормативних вимог та створення комфортного і безпечного середовища для подальшої експлуатації об'єкта.

1.3 Просторово-планувальна структура та функціональна організація житлового будинку

Запроектowana будівля має компактну прямокутну конфігурацію в плані, що забезпечує раціональне використання площі забудови та спрощує конструктивну схему. Об'ємно-планувальне рішення передбачає наявність підвального технічного рівня, який використовується для розміщення інженерного обладнання та прокладання внутрішніх мереж.

До основних геометричних параметрів будівлі належать: висота поверху 3,0 м, що відповідає нормативним вимогам до житлових приміщень; загальна висота від позначки 0,000 становить 14,8 м; розміри в координаційних осях прийняті $16,130 \times 15,750$ м. Такі параметри забезпечують оптимальне поєднання компактності будівлі та функціональної зручності внутрішніх приміщень.

Планувальна структура будинку сформована з урахуванням принципів раціонального зонування. Житлові приміщення організовані таким чином, щоб забезпечити належний рівень природного освітлення, інсоляції та вентиляції. Вертикальні комунікації розміщені компактно, що скорочує довжину шляхів пересування та підвищує ефективність використання внутрішнього простору.

Особливу увагу приділено питанням безпеки експлуатації, зокрема організації евакуаційних шляхів і протипожежного захисту. Евакуація мешканців передбачена через сходові клітки, які відповідають нормативним вимогам за шириною, ухилом маршів та пропускною здатністю. Розміщення сходових кліток забезпечує швидкий і безпечний вихід із будь-якого поверху будівлі.

Для підвищення рівня пожежної безпеки передбачено систему димовидалення, яка реалізується через спеціальні отвори у покрівлі над сходовими клітками. Це дозволяє зменшити задимлення шляхів евакуації та покращити умови для проведення рятувальних робіт у разі виникнення надзвичайної ситуації.

Інженерне оснащення будівлі включає сучасні системи вентиляції, які забезпечують нормативні параметри мікроклімату. Застосовано комбінований підхід, що поєднує природний повітрообмін із механічною припливно-витяжною вентиляцією. Така схема дозволяє ефективно регулювати повітряний режим у приміщеннях залежно від умов експлуатації.

Зовнішні інженерні мережі організовані з урахуванням відведення атмосферних опадів. Передбачено систему водовідведення, яка забезпечує збір і відведення дощових та талих вод із покрівлі та прилеглої території, що запобігає перезволоженню конструкцій і ґрунтів основи.

Система теплопостачання вирішена на основі автономного принципу, що передбачає незалежне забезпечення будівлі тепловою енергією та гарячим водопостачанням. Це підвищує енергоефективність об'єкта, дозволяє регулювати споживання ресурсів та створює комфортні умови проживання протягом усього року.

У цілому прийняте об'ємно-планувальне рішення забезпечує функціональну доцільність, безпечність та енергоефективність будівлі, а також відповідає сучасним вимогам до проектування житлових об'єктів.

1.4 Конструктивна схема та архітектурно-технічні рішення будівлі

Запроектований житловий будинок прийнято за безкаркасною конструктивною схемою з використанням системи поздовжніх і поперечних несучих стін. Такий підхід забезпечує простоту зведення, достатню просторову жорсткість і економічну доцільність будівництва. Сумісна робота несучих стін і горизонтальних дисків перекриттів досягається за рахунок анкерування плит у стіни та їх взаємного з'єднання, що формує стійку просторову систему.

Зовнішні огорожувальні конструкції виконуються з великоформатних пустотілих керамічних блоків, які характеризуються підвищеними теплоізоляційними властивостями та зменшеною масою. Кладка передбачена на спеціальному теплоізоляційному розчині з обов'язковою перев'язкою вертикальних швів, що підвищує міцність і рівномірність розподілу навантажень.

Внутрішні несучі стіни та перегородки виконуються з повнотілої керамічної цегли на цементно-піщаному розчині марки М100. Для підвищення тріщиностійкості передбачено армування кладки сталевими сітками з дроту Ø4 класу Вр-І з розміром осередків 50×50 мм, які укладаються через кожні чотири ряди. Кріплення перегородок до несучих стін здійснюється за допомогою металевих анкерів, що забезпечують надійне з'єднання елементів і запобігають утворенню деформаційних тріщин.

Оздоблення фасадів вирішено із застосуванням декоративної штукатурки та навісних облицювальних систем. Перед нанесенням штукатурного шару виконується підготовка основи, що включає очищення поверхні, усунення нерівностей і ґрунтування. Додатково застосовується теплоізоляційний шар, який кріпиться клейовими сумішами з подальшим армуванням фасадною сіткою. Фінішне фарбування виконується силіконовими фарбами з високою паропроникністю.

Альтернативним варіантом фасадного оздоблення передбачено використання фіброцементного сайдингу, що монтується по багат шаровій дерев'яній обрешітці з улаштуванням вентиляційного зазору. Простір між елементами обрешітки заповнюється утеплювачем, що підвищує енергоефективність огорожувальних конструкцій. Для декоративного підсилення окремих зон фасаду застосовується клінкерна плитка, яка відзначається довговічністю та стійкістю до атмосферних впливів.

Міжповерхові перекриття та покриття виконані із збірних залізобетонних пустотних плит товщиною 220 мм, виготовлених із попередньо напруженої арматури. Використання заводських елементів забезпечує високу якість

конструкцій і скорочує терміни монтажу. Плити спираються на несучі стіни з мінімальною глибиною опирання 150 мм. У місцях складної конфігурації передбачено влаштування монолітних ділянок, що забезпечують цілісність перекриття. Конструкція перекриттів відповідає вимогам міцності, жорсткості, звуко- та теплоізоляції.

Дах будівлі запроєктований скатним із дерев'яною кроквяною системою. Основні несучі елементи виконані з брусів перерізом 200×100 мм та 210×100 мм, які об'єднуються між собою накладками для забезпечення просторової стійкості. Додатково передбачено встановлення затягувань, що зменшують розпирні зусилля. Формування карнизних звисів здійснюється за допомогою кобилок. Усі дерев'яні елементи обробляються антисептичними та вогнезахисними складами для підвищення довговічності та пожежної безпеки.

Покрівля виконана з металочерепиці з улаштуванням повного покрівельного шару, що включає теплоізоляцію, паро- та гідроізоляцію. У конструкції передбачено встановлення мансардних вікон типу Velux, що забезпечують природне освітлення горіщного простору.

Сходова клітка виконана із збірних залізобетонних елементів і має двомаршову конструкцію з проміжними площадками. Конструкція забезпечує зручність пересування та відповідає вимогам евакуації. Передбачено вихід на покрівлю через протипожежні двері з нормативним класом вогнестійкості. Сходи обладнані природним і штучним освітленням, а всі двері відкриваються у напрямку евакуації. Висота огорожень становить 900 мм, поручні мають захисне покриття для підвищення зручності користування.

Віконні блоки прийняті з подвійним склінням, що забезпечує ефективну тепло- та звукоізоляцію. Конструкції рам виконані з деревини, а монтаж здійснюється з урахуванням чвертей у прорізах для підвищення герметичності. Двері застосовуються різних типів залежно від

функціонального призначення приміщень і виготовляються за індивідуальними розмірами.

Конструкції підлог визначаються умовами експлуатації приміщень. У вологих зонах передбачено покриття з керамічної плитки з улаштуванням гідроізоляційного шару. У житлових приміщеннях застосовуються дерев'яні підлоги по лагам із подальшим оздобленням захисними матеріалами.

У цілому прийняті архітектурно-конструктивні рішення забезпечують надійність, довговічність, енергоефективність і відповідність будівлі сучасним нормативним вимогам, а також сприяють оптимізації процесів будівництва та експлуатації.

1.5 Розрахунок теплотехнічних характеристик зовнішньої огорожувальної конструкції

Теплотехнічна оцінка зовнішньої стіни виконується для умов холодного періоду року з урахуванням нормативних вимог ДБН В.2.6-31:2021. Основним завданням є визначення приведенного опору теплопередачі багатошарової конструкції та встановлення необхідної товщини теплоізоляційного шару для забезпечення енергоефективності будівлі.

Вихідні умови прийняті відповідно до району будівництва. Об'єкт розташований у Києві, що належить до I кліматичної зони з тривалим опалювальним періодом. Вологісний режим приміщень прийнято нормальним, зона вологості – суха, умови експлуатації огорожувальних конструкцій – тип А. Розрахункова температура внутрішнього повітря становить +20 °С.

Конструкція зовнішньої стіни прийнята багатошаровою і включає внутрішній та зовнішній штукатурні шари, несучу частину з цегляної кладки та теплоізоляційний шар із мінераловатних плит. Основні теплофізичні характеристики матеріалів враховуються через коефіцієнти теплопровідності та товщини шарів.

Розрахунок виконується шляхом визначення сумарного опору теплопередачі як суми опорів окремих шарів та поверхневих теплообмінів.

Для кожного шару використовується залежність $R = \delta/\lambda$, де δ – товщина шару, λ – коефіцієнт теплопровідності матеріалу.

Після підстановки вихідних параметрів отримано узагальнений вираз для приведенного опору теплопередачі конструкції:

$$R_0 = 0,715 + \delta_2 / 0,065.$$

Відповідно до нормативних вимог мінімально допустиме значення опору теплопередачі для зовнішніх стін житлових будівель у даній кліматичній зоні становить:

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

Із умови забезпечення нормативного значення:

$$0,715 + \delta_2 / 0,065 \geq 4$$

визначено мінімально необхідну товщину теплоізоляційного шару:
 $\delta_2 \geq 0,168 \text{ м}.$

З урахуванням технологічних допусків, можливих відхилень при монтажі та необхідності підвищення енергоефективності будівлі доцільно прийняти товщину утеплювача із запасом. У проєкті прийнято $\delta_2 = 0,20 \text{ м}$, що забезпечує відповідність нормативним вимогам і створює додатковий резерв теплозахисту.

Архітектурно-планувальні та конструктивні рішення житлового будинку є технічно обґрунтованими та відповідають чинним нормативним вимогам. Запроєктована будівля характеризується раціональною об'ємно-просторовою структурою, ефективним використанням території та забезпеченням необхідного рівня комфорту і безпеки для мешканців.

Конструктивна схема будинку забезпечує надійність, просторову жорсткість і довговічність споруди, а використані матеріали відповідають сучасним вимогам міцності, енергоефективності та технологічності будівництва. Рішення генерального плану враховують особливості ділянки, інженерного забезпечення та організації будівельного процесу.

РОЗДІЛ II
РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНА
ЧАСТИНА

2.1. Розрахунок та проєктування підземної частини будинку

2.1.1 Вихідні дані до проєктування фундаментів

під будинок

Будівля безкаркасного типу, 4-поверхова. Район будівництва – м. Київ.
Рівень ґрунтових вод не враховується як впливовий.

Приймається стрічковий фундамент із влаштуванням ґрунтової подушки.

Таблиця 2.1.1– Інженерно-геологічна характеристика та гідрогеологічні умови ділянки будівництва

Шар	Найменування ґрунтів	№ свердловини та потужність шару м.			
		1	2	3	4
1	Насипний шар	1,1	0,9	1,0	
2	Суглинок просадочний	3,8	2,9	3,2	
3	Пісок дрібний	1,2	1,5	1,3	
4	Супіски	8,0	8,1	8,1	
Відмітка гирла свердловини		178,4	179,2	178,3	

Таблиця 2.1.2- Інженерно-геологічна оцінка будівельного майданчика

№ шару	e	S _r	I _p	I _L	Властивості ґрунта
1	-	-	-	-	Насипний шар шар
2	0,89	0,41	0,09	-0,67	Суглинок твердий
3	0,4	0,11	-	-	Пісок дрібний, щільний, маловологий
4	0,44	-	0,02	-1,5	Супіски тверді

Таблиця 2.1.3- Показники фізико-механічних властивостей ґрунтів

Найменування	Умовні позначення	Од. вим.	Номер шару			
			1	2	3	4
Щільність	ρ	т/м ³	1,58	1,59	2,01	2,12
Щільність часток	ρ_s	т/м ³		2,64	2,60	2,62
Природна вологість	W			0,14	0,09	0,17
Вологість на межі текучості	W _l			0,29		0,22
Вологість на межі пластичності	W _p			0,2		0,2
Кут внутрішнього тертя	ϕ	град		22	32	22
Питоме значення	C	кПа		13	1	16
Модуль деформації	E	МПа		24	35	25
Відносна просадочність при P, МПа	ϵ_{SL}	p=0,1		0,028		
		p=0,2		0,048		
		p=0,3		0,053		
Кут внутрішнього тертя	$\phi_{II, sat}$	град		20		
Питоме зчеплення	$C_{II, sat}$	кПа		10		
Модуль деформації	E _{sat}	МПа		2		

2.1.2 Характеристика просідаючого ґрунту

Просадочні суглинки характеризуються здатністю до додаткових деформацій при зволоженні.

Типові характеристики:

щільність – 1,7–1,9 т/м³;

кут внутрішнього тертя – 18–22°;

питоме зчеплення – 15–25 кПа;

модуль деформації – 10–20 МПа.

У зв'язку з цим безпосереднє спирання фундаментів на цей шар не допускається. Передбачається улаштування піщаної подушки.

Просадочні ґрунти характеризуються додатковими деформаціями при зволоженні. Розрахунок виконується з урахуванням коефіцієнтів умов роботи.

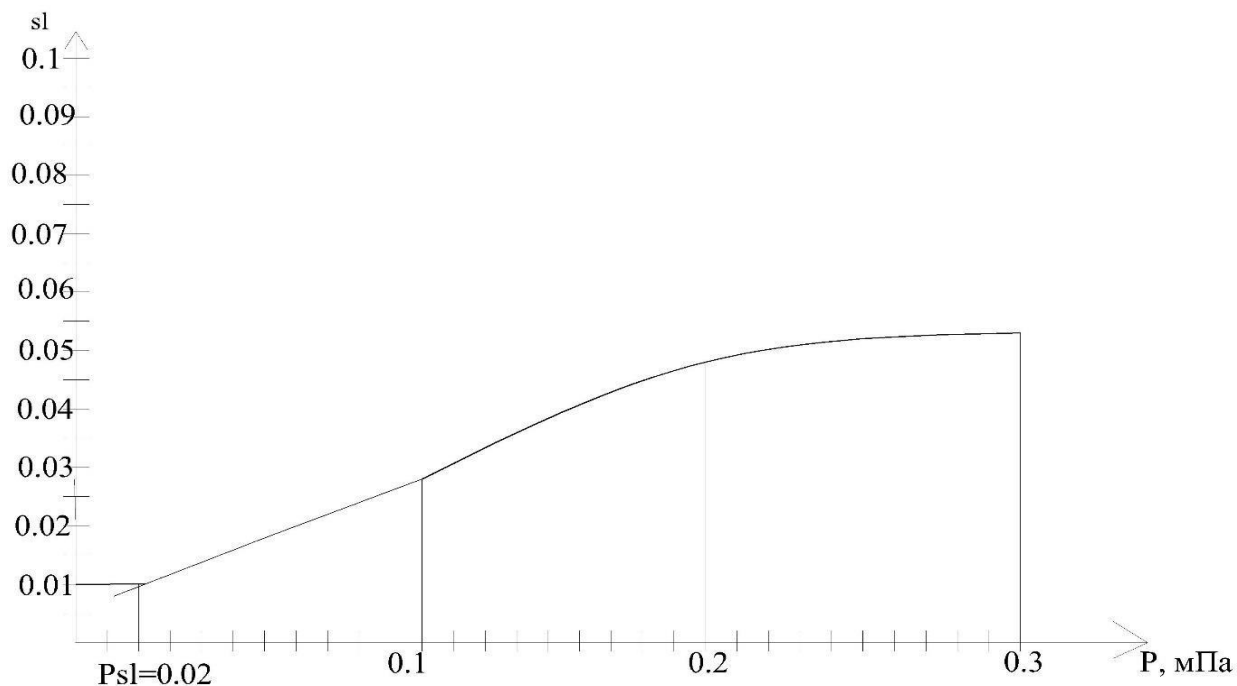


Рисунок 2.1.2.1 - Оцінка початкового просадочного тиску ґрунтів

2.1.3. Розрахунковий збір навантажень на фундамент

Таблиця 2.1.3.1 – Навантаження на фундамент(постійне, тимчасове)

№ п/п	Вид навантаження	Нормативн e $кН/м^2$	γ_f	Розрахун. $кН/м^2$
1	Постійне від покрівлі			
	- Металочерепиця	0,00020	1,2	0,000230
	- крокв'яна система	0,30	1,2	0,360
	- пароізоляція	0,060	1,2	0,070
	- утеплювач	0,1250	1,2	0,150
	Постійне	0,540		0,580
Перекриття				
2	Дошка полу	0,2730	1,1	0,300

Лаги	0,1840	1,1	0,2020
Цементно-піщана стяжка	0,6250	1,3	0,8130
Гідроізоляція	0,2350	1,3	0,3110
Теплозвукоізоляція	0,060	1,3	0,0780
Плити перекриття	3	1,1	3,30
Всього :			5,004
Корисне навантаження			1,950
Тимчасове: сніг 1770 (Суми)	1,770		2,020
Разом тимчасове			3,970

2.1.4. Визначення розрахункової вантажної площі

Під внутрішню стіну фундаменту будинку вантажна площа дорівнює $A=5,4650 \cdot 1=5,4650 \text{ м}^2$ при цьому вага стіни $= 9,44 \cdot 0,380 \cdot 16,20 \cdot 1=58,10 \text{ кН}$.

На 1 м.п. фундаменту визначаємо загальне навантаження:
 $F=(0,580+5,0040 \cdot 5+3,970)5,4650+58,1=219,70 \text{ кН}$

Під зовнішню стіну вантажна площа дорівнює $A=5,590/2 \cdot 1=2,7950 \text{ м}^2$

Вага зовнішньої стіни : $9,440 \cdot 0,380 \cdot 16,20 \cdot 1=58,10 \text{ кН}$

Тоді, загальне навантаження на 1 м.п. фундаменту:

$F=(0,580+5,004 \cdot 5+3,970)2,7950+58,10=140,070 \text{ кН}$

2.1.5 Розрахунок параметрів ґрунтової подушки

Для усунення впливу просадочних властивостей основи передбачено влаштування прорізаючої ґрунтової подушки. Подушка виконується з місцевого ґрунту – просадочного суглинку, який після ущільнення втрачає здатність до просідання.

Ущільнення ґрунту здійснюється до оптимальної щільності скелета ґрунту, при якій забезпечується стабільність його фізико-механічних характеристик.

Приймаємо наступні параметри ущільненого ґрунту:

- щільність скелета ґрунту $\rho_d = 1,65 \text{ т/м}^3$

-розрахунковий опір основи $R_0 = 275$ кПа

Вологість ґрунту приймається: $W_0 = 0,14$

Щільність ґрунту у природному (ущільненому) стані визначається за формулою: $\rho = \rho_d \cdot (1 + W_0)$

Підставляємо значення: $\rho = 1,65 \cdot (1 + 0,14) = 1,88$ т/м³

Отримане значення свідчить про досягнення необхідного ступеня ущільнення, при якому просадочні властивості ґрунту практично усуваються. Товщина ґрунтової подушки визначається з умови повного прорізання просадочного шару та передачі навантаження на підстиляючі стабільні ґрунти. З урахуванням інженерно-геологічних умов (потужність просадочного шару до 3,8 м) та конструктивних рішень приймається:

$h = 0,5-0,8$ м

Приймаємо $h = 0,6$ м

Ширина подушки повинна перевищувати ширину фундаменту для забезпечення рівномірного розподілу напружень:

$$b_p = b + 2 \cdot \Delta$$

де $\Delta = 0,2-0,3$ м

При $b = 2,0$ м: $b_p = 2,0 + 2 \cdot 0,3 = 2,6$ м

Перевірка тиску на основу виконується за умовою:

$$\sigma = N / A \leq R_0$$

де

N – розрахункове навантаження на фундамент;

A – площа підшви фундаменту.

Улаштування ущільненої ґрунтової подушки забезпечує:

- зменшення нерівномірних осідань;
- ліквідацію просадочних властивостей ґрунтів;
- підвищення несучої здатності основи.

Прийняте рішення відповідає вимогам ДБН щодо проєктування основ на просадочних ґрунтах та забезпечує надійну роботу фундаментів будівлі.

2.1.5.Проектування стрічкового фундаменту під внутрішню та зовнішню стіну

Розрахункове вертикальне навантаження від внутрішньої стіни становить $FV = 219,7$ кН. Попередньо визначаємо орієнтовну ширину підшви фундаменту за умовою міцності ґрунту при розрахунковому опорі $R0 = 275$ кПа та глибині закладання $d = 1,8$ м. Отримуємо $b0 = \sqrt{(275 - 20 \times 1,8)} \approx 1,0$ м, що приймається для подальшого розрахунку.

Оскільки характеристики ущільненого ґрунту $f_{t.s.}$ і $c_{t.s.}$ ще не визначені, розрахунковий опір ґрунту уточнюється за нормативною залежністю для глибини закладання $d \leq 2$ м. Тоді

$$R1 = 0,25 \times R0 \times (d + 2) \times [1 + k1 \times (b - 1)]$$

Підставляючи значення, маємо

$$R1 = 0,25 \times 275 \times (1,8 + 2) \times [1 + 0,05 \times (1 - 1)] = 261,25 \text{ кПа.}$$

Далі виконується перевірка прийнятої ширини фундаменту. Уточнене значення $b1$ визначається як

$$b1 = \sqrt{(FV / (R1 - \gamma \times d))}$$

$$b1 = \sqrt{(219,7 / (261,25 - 20 \times 1,8))} \approx 1,0 \text{ м.}$$

Середній тиск під підшвою фундаменту визначається як

$$P_{cp} = FV / (b \times l) + \gamma \times d = 219,7 / (1 \times 1) + 20 \times 1,8 = 255,7 \text{ кПа.}$$

Оскільки $P_{cp} = 255,7$ кПа менше за $R1 = 261,25$ кПа, умова несучої здатності виконується, прийнята ширина фундаменту $b = 1,0$ м є допустимою.

Для зовнішньої стіни розрахункове вертикальне навантаження становить $FV = 140,07$ кН. Аналогічно виконується попереднє визначення ширини підшви фундаменту

$$b0 = \sqrt{(275 - 20 \times 1,8)} \approx 0,77 \text{ м, приймається конструктивно } b = 1,0 \text{ м.}$$

Розрахунковий опір ґрунту приймається тим самим за умов однакових інженерно-геологічних характеристик основи

$$R1 = 0,25 \times 275 \times (1,8 + 2) \times [1 + 0,05 \times (1 - 1)] = 261,25 \text{ кПа.}$$

Уточнене значення ширини перевіряється за умовою рівноваги навантажень:

$$b_1 = \sqrt{(140,07 / (261,25 - 20 \times 1,8))} \approx 1,0 \text{ м.}$$

Середній тиск під подошвою фундаменту:

$$P_{cp} = 140,07 / (1 \times 1) + 20 \times 1,8 = 176,07 \text{ кПа.}$$

Отримане значення P_{cp} менше за розрахунковий опір ґрунту R_1 , що підтверджує працездатність прийнятого конструктивного рішення. Ширину стрічкового фундаменту для внутрішньої та зовнішньої стін доцільно прийняти рівною 1,0 м з урахуванням уніфікації конструктивних рішень і забезпечення запасу несучої здатності основи.

2.1.5 Армування стрічкового фундаменту

Стрічковий фундамент під внутрішню стіну

Розрахунок виконується для визначення згинального моменту в перерізі I-I від рівномірно розподіленого тиску ґрунту.

Згинальний момент:

$$M_{I-I} = P_{cp} \times 1 \times c^2 / 2$$

$$M_{I-I} = 255,7 \times 1 \times 0,3^2 / 2 = 11,5 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

Потрібна площа арматури визначається за формулою:

$$A_{sI} = M_{I-I} / (0,9 \times h \times R_s)$$

$$A_{sI} = 11,5 / (0,9 \times 0,465 \times 365000) = 0,0000753 \text{ м}^2$$

Приймаємо крок робочої арматури $S = 200$ мм.

Кількість поздовжніх стрижнів у перерізі:

$$n = b / S + 1 = 1 / 0,2 + 1 = 6 \text{ стрижнів}$$

Площа одного стрижня:

$$A_1 = A_{sI} / n = 0,0000753 / 6 = 0,0000125 \text{ м}^2$$

Діаметр арматури:

$$d = \sqrt{(4 \times A_1 / \pi)} = \sqrt{(4 \times 0,0000125 / 3,14)} = 0,0040 \text{ м} \approx 12 \text{ мм}$$

Приймається робоче армування: 6Ø12 A400C.

Стрічковий фундамент під зовнішню стіну

Згинальний момент у перерізі I-I:

$$M_{I-I} = P_{cp} \times l \times c^2 / 2$$

$$M_{I-I} = 140,07 \times 1 \times 0,3^2 / 2 = 6,3 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

Потрібна площа арматури:

$$A_s I = 6,3 / (0,9 \times 0,465 \times 365000) = 0,0000412 \text{ м}^2$$

Приймаємо крок робочої арматури $S = 200$ мм.

Кількість стрижнів:

$$n = 1 / 0,2 + 1 = 6 \text{ шт.}$$

Площа одного стрижня:

$$A_1 = 0,0000412 / 6 = 0,0000069 \text{ м}^2$$

Діаметр арматури:

$$d = \sqrt{(4 \times 0,0000069 / 3,14)} \approx 0,0030 \text{ м} \approx 12 \text{ мм}$$

Приймається робоче армування: $6\text{Ø}12 \text{ A}400\text{C}$.

Для обох типів стрічкових фундаментів прийнято уніфіковане армування $6\text{Ø}12 \text{ A}400\text{C}$ з кроком 200 мм. Таке рішення забезпечує достатню несучу здатність елементів при згинальних навантаженнях та спрощує конструктивне виконання фундаментної стрічки.

У розділі виконано обґрунтування та розрахунок стрічкових фундаментів під внутрішні та зовнішні стіни будівлі з урахуванням діючих навантажень і характеристик ґрунтової основи. На основі розрахункових значень навантажень та несучої здатності ґрунту визначено геометричні параметри фундаментів і перевірено їх відповідність умовам міцності та деформацій.

Отримані результати показали, що прийнята ширина фундаментів забезпечує виконання умови несучої здатності основи з необхідним запасом. Уточнені значення середнього тиску під подошвою фундаментів не перевищують розрахунковий опір ґрунту, що підтверджує коректність прийнятих рішень.

Виконано розрахунок армування фундаментних стрічок. Встановлено доцільність застосування уніфікованого робочого армування $6\text{Ø}12 \text{ A}400\text{C}$ з кроком 200 мм для внутрішніх та зовнішніх стін, що забезпечує сприйняття згинальних зусиль та підвищує надійність конструкції.

У цілому прийняті конструктивні та розрахункові рішення забезпечують міцність, стійкість та експлуатаційну надійність фундаментів у заданих інженерно-геологічних умовах будівництва.

2.2 Розрахунок та проєктування надземної частини житлового будинку

Розрахунок багатопустотної плити перекриття

2.2.1 Розрахунок багатопустотної плити перекриття за граничними станами першої групи

Вихідні дані та визначення розрахункового прольоту

Багатопустотна плита перекриття спирається на несучі стіни з глибиною опирання 175 мм з кожного боку. Розрахунковий проліт визначається як:

$$l_0 = l - b / 2$$

$$l_0 = 5,5 - 0,175 / 2 = 5,41 \text{ м}$$

Для подальшого розрахунку приймається рядова (ординарна) плита шириною $b_p = 1500 \text{ мм}$.

Розрахункові розміри плити:

$$b_k = b_p - 10 \text{ мм} = 1200 - 10 = 1190 \text{ мм}$$

$$l_k = l - b_p - 20 \text{ мм} = 5500 - 300 - 20 = 5180 \text{ мм}$$

$$l_n = l_k + 20 \text{ мм} = 5180 + 20 = 5200 \text{ мм}$$

Таким чином, прийнята до розрахунку плита має стандартні геометричні параметри, що відповідають типовим залізобетонним багатопустотним виробам.

Для проєкту приймаються плити наступних типорозмірів:

ПК 55.15-4 А600С

ПК 55.12-4 А600С

Обрані плити відрізняються шириною та забезпечують можливість раціонального компонування перекриття в межах планувального рішення будівлі.

Для виготовлення багатопустотних плит перекриття приймаються такі матеріали:

- Бетон важкий класу С20/25, що забезпечує необхідну міцність і довговічність конструкції.
- Робоча арматура виконується з сталі класу А600 та А240С, яка сприймає розтягувальні зусилля в нижній зоні плити.

Як поперечну та монтажну арматуру у стиснутій верхній зоні плити застосовується зварна сітка з дроту класу Вр-І, що забезпечує просторову жорсткість та тріщиностійкість конструкції.

Прийнята схема плити перекриття з багатопустотною конструкцією забезпечує ефективне сприйняття експлуатаційних навантажень при оптимальному використанні матеріалів. Вибрані типорозміри плит, клас бетону та арматури відповідають вимогам міцності, жорсткості та довговічності конструкцій перекриття в умовах житлово-цивільного будівництва.

2.2.2 Збір навантажень та визначення зусиль у багатопустотній плиті перекриття

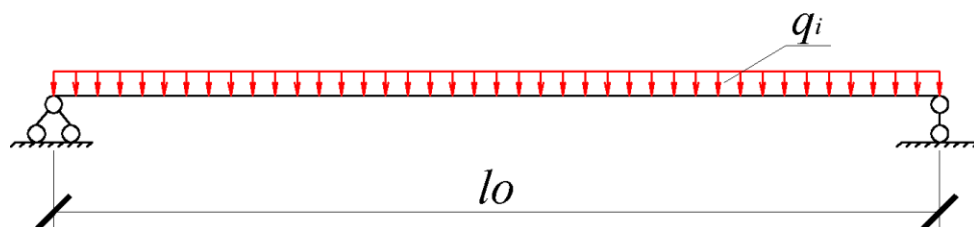


Рисунок 2.2.2 - Розрахункова схема плити перекриття

Розрахунок виконується відповідно до нормативних вимог . Розглядається плита перекриття марки ПК 55.12-6А600, як найбільш поширена у складі перекриття.

Розрахунковий проліт плити визначається з урахуванням глибини опирання на стіни:

$$l_0 = l_k - l_{sup}$$

$$l_{sup} = (565 - 300 - 10) / 2 = 127,5 \text{ мм} \approx 120 \text{ мм}$$

$$l_0 = 5180 - 120 = 5060 \text{ мм} = 5,06 \text{ м}$$

Навантаження на 1 м² плити

Згідно з нормативними даними приймаються такі навантаження:

Повне розрахункове навантаження: $q_1 = 9,3 \text{ кПа} = 9,3 \text{ кН/м}^2$

Нормативне повне навантаження: $q_2 = 8,0 \text{ кПа} = 8,0 \text{ кН/м}^2$

Постійне та тривале навантаження: $q_3 = 7,0 \text{ кПа} = 7,0 \text{ кН/м}^2$

Короткочасне навантаження: $q_4 = 1,0 \text{ кПа} = 1,0 \text{ кН/м}^2$

Перехід до погонних навантажень

При ширині плити $b_n = 1,2 \text{ м}$ отримуємо:

Повне розрахункове навантаження: $q_{tot} = q_1 \times b_n = 9,3 \times 1,2 = 11,16 \text{ кН/м}$

Нормативне повне навантаження: $q_{tot,n} = q_2 \times b_n = 8,0 \times 1,2 = 9,6 \text{ кН/м}$

Постійне та тривале: $q_1 = q_3 \times b_n = 7,0 \times 1,2 = 8,4 \text{ кН/м}$

Короткочасне: $q_{sh} = q_4 \times b_n = 1,0 \times 1,2 = 1,2 \text{ кН/м}$

Визначення зусиль від навантажень

Згинальний момент і поперечна сила від повного розрахункового навантаження (І група граничних станів):

$$M_{tot} = q_{tot} \times l^2 / 8$$

$$M_{tot} = 11,16 \times 5,06^2 / 8 = 35,72 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

$$V_{tot} = q_{tot} \times l / 2 \quad V_{tot} = 11,16 \times 5,06 / 2 = 28,23 \text{ кН}$$

Згинальний момент від нормативного повного навантаження (ІІ група граничних станів):

$$M_{tot,n} = q_{tot,n} \times l^2 / 8$$

$$M_{tot,n} = 9,6 \times 5,06^2 / 8 = 30,40 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

Згинальний момент від тривалого навантаження:

$$M_1 = q_1 \times l^2 / 8$$

$$M_1 = 8,4 \times 5,06^2 / 8 = 26,88 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

Згинальний момент від короткочасного навантаження:

$$M_{sh} = q_{sh} \times l^2 / 8$$

$$M_{sh} = 1,2 \times 5,06^2 / 8 = 3,84 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

Момент від власної ваги плити:

$$M_{gn} = q_{gn} \times l^2 / 8$$

де

$$q_{gn} = (q_2 - q_{n1}) \times b_n = (8,0 - 5,0) \times 1,2 = 3,6 \text{ кН/м}$$

$$M_{gn} = 3,6 \times 5,06^2 / 8 = 11,52 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

Отримані значення зусиль показують, що основну частку згинального моменту формує повне експлуатаційне навантаження, тоді як власна вага та короткочасні дії мають другорядний вплив. Розрахункові зусилля приймаються для подальшого армування плити перекриття та перевірки її міцності за граничними станами.

2.2.3 Розрахунок міцності перерізу багатопустотної плити, нормального до поздовжньої осі (за I групою граничних станів)

Розрахунок виконується відповідно до вимог для перевірки несучої здатності нормального перерізу попередньо напруженої багатопустотної плити перекриття.

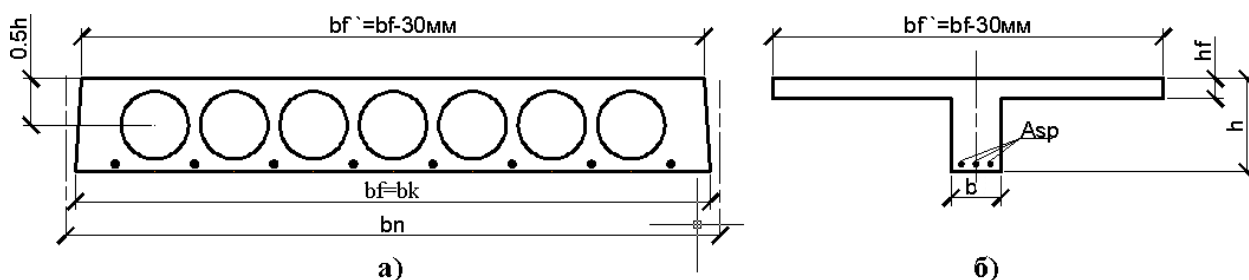


Рисунок 2.2.3.1 - Поперечні перерізи багатопустотної плити:

а) фактичний; б) розрахунковий

Плита шириною 1200 мм має 6 круглих пустот діаметром $D = 159$ мм. Для спрощення розрахунку круглий отвір замінюється еквівалентним прямокутним:

$$A = 0,907 \times D = 0,907 \times 159 = 144,21 \text{ мм}$$

$$B = 0,866 \times D = 0,866 \times 159 = 137,69 \text{ мм}$$

Розміри приведенного таврового перерізу:

$$h_f = (h - B) / 2 = (220 - 137,69) \times 0,5 = 41,15 \text{ мм}$$

$$b_{eff} = b_k - 30 = 1190 - 30 = 1160 \text{ мм}$$

$$b_w = b_{eff} - n \times A = 1160 - 6 \times 144,21 = 294,74 \text{ мм} \approx 295 \text{ мм}$$

Робоча висота перерізу:

$$d = h - c_p = h - c_d - d_s/2 = 220 - 26 - 16/2 = 186 \text{ мм}$$

де

$$c_d = d_s + 10 = 26 \text{ мм},$$

$$d_s = 16 \text{ мм}.$$

Перевірка роботи перерізу полиці

Для бетону класу C20/25 приймаються коефіцієнти:

$$k = 0,8204$$

$$\beta = 0,45658$$

Відносна висота полиці:

$$\xi_f = hf / d = 41,15 / 186 = 0,221$$

Момент, який сприймається полицею:

$$MR_{df} = 0,5(1 + k) \xi_f (1 - \beta \xi_f) b_{eff} d^2$$

$$MR_{df} = 96,06 \text{ МН} \cdot \text{мм} = 96,06 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Оскільки $MR_{df} > M_{tot}$ ($96,06 > 35,72 \text{ кН} \cdot \text{м}$), нейтральна вісь проходить у полиці, і подальший розрахунок виконується як для прямокутного перерізу шириною b_{eff} .

Коефіцієнт навантаження:

$$\alpha_m = M_{tot} / (b_{eff} \times d^2 \times f_{cd}) = 0,077$$

Розрахунковий опір арматури:

$$f_{pd0} = f_{0,1k} / \gamma_s = 765 / 1,2 = 637,5 \text{ МПа}$$

$$\varepsilon_{p0} = 3,35 \text{ ‰}$$

Максимальне напруження з урахуванням втрат:

$$\sigma_{sp} = \min(0,75 f_{pk}; 0,85 f_{0,1k}) = 630 \text{ МПа}$$

$$\varepsilon_{sp} = 3,32 \text{ ‰}$$

Гранична деформація:

$$\varepsilon_{rud} = 18 - 3,32 = 14,68 \text{ ‰}$$

Розрахунковий опір арматури:

$$f_{rud} = 685,63 \text{ МПа}$$

Граничні відносні висоти стиснутої зони:

$$\xi_{a,p} = 0,038$$

$$\xi_{b,p} = 0,18$$

$$\xi_{lim,p} = 0,9908$$

Відповідні коефіцієнти:

$$\alpha_{ta} = 0,034$$

$$\alpha_{tb} = 0,1504$$

Оскільки виконується умова:

$$\alpha_{ta} < \alpha_t < \alpha_{tb}$$

переріз працює в області 1b.

Параметри квадратного рівняння:

$$p = 2 \epsilon_{rud} = 29,36$$

$$q = -49,40$$

Деформація стиснутої зони:

$$\epsilon_c(1) = 1,597$$

Умова перевірки виконується:

$$\epsilon_{rt} < \epsilon_{rud}$$

Визначення внутрішнього плеча

$$\eta = 0,959$$

$$z = \eta \times d = 0,959 \times 186 = 178,37 \text{ мм}$$

Розрахунок необхідної арматури

$$A_{sp} = MEd / (f_{rud} \times z)$$

$$A_{sp} = 35,72 \times 10^6 / (685,63 \times 178,37) = 292 \text{ мм}^2$$

Прийняте армування

Приймається попередньо напружена арматура:

$$4 \text{ } \emptyset 14 \text{ A600}$$

$$A_{sp,pr} = 314 \text{ мм}^2$$

Отримана площа робочої арматури забезпечує несучу здатність нормального перерізу багатопустотної плити. Прийняте армування 4Ø14 A600 є достатнім та відповідає розрахунковим вимогам міцності за I групою граничних станів.

2.2.4 Розрахунок міцності багатопустотної плити за похилими перерізами

Розрахунок виконується відповідно до вимог для перевірки несучої здатності плити при дії поперечних сил у приопорній зоні.

Вихідні дані:

Поперечна сила на опорі плити:

$$V_{tot} = 28,23 \text{ кН} = 282300 \text{ Н}$$

Повне розрахункове погонне навантаження:

$$q_{tot} = 11,16 \text{ кН/м}$$

Зусилля попереднього обтискання для одного напруженого стержня:

$$N_p = f_{rud} \times A_{sp} / 4 = 685,625 \times 314 / 4 = 53821 \text{ Н} \approx 54 \text{ кН}$$

Площа одного стержня Ø10 А600:

$$A_{sp1} = 78,5 \text{ мм}^2$$

Геометричні характеристики приведенного перерізу

Розглядається приведений двотавровий переріз між пустотами:

- ширина полиці (відстань між центрами пустот): $b_f = 185 \text{ мм}$
- ширина ребра (стілки): $b_w = 41 \text{ мм}$
- робоча висота перерізу: $d = 195 \text{ мм}$

Розрахункова поперечна сила для приведенного елемента:

$$V_{Ed,max} = V_{tot} \times b_f / b_n = 28,23 \times 185 / 1200 = 4,35 \text{ кН}$$

Перевірка міцності за похилими перерізами

1. Визначення параметрів

Коефіцієнт:

$$k = 1 + \sqrt{\rho_l} \approx 2,013 > 2 \rightarrow \text{приймаємо } k = 2$$

Армування:

$$\rho_l = A_{sp1} / (b_w \times d) = 78,5 / (41 \times 195) = 0,0098 < 0,02 \text{ (умова виконується)}$$

$$k_1 = 0,15$$

Напруження від попереднього обтискання:

$$\sigma_{sr} = N_p / A_c = 54000 / (41 \times 220) = 5,98 \text{ МПа}$$

Оскільки $\sigma_{sr} > 0,2 f_{cd}$, приймаємо:

$$\sigma_{cp} = 2,3 \text{ МПа}$$

2. Мінімальна поперечна несуча здатність

$$v_{min} = 0,035 \times k^{(3/2)} \times f_{ck}^{(1/2)}$$

$$v_{min} = 0,035 \times (2)^{(3/2)} \times (15)^{(1/2)} = 0,383$$

$$VR_{d,c,min} = (v_{min} + k_1 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d$$

$$VR_{d,c,min} = (0,383 + 0,15 \times 2,3) \times 41 \times 195 = 5,82 \text{ кН}$$

3. Несуча здатність без поперечного армування

$$VR_{d,c} = (0,18/\gamma_c \times k \times (100 \times \rho_l \times f_{ck})^{(1/3)} + k_1 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d$$

$$VR_{d,c} = 8,15 \text{ кН}$$

Порівняння:

$$VR_{d,c} = 8,15 \text{ кН} > V_{Ed,max} = 5 \text{ кН}$$

Отже, поперечна сила сприймається без руйнування, але необхідне мінімальне конструктивне армування.

Призначення поперечного армування

Мінімальна інтенсивність поперечного армування:

$$I_{min} = 0,08 \times b_w \times f_{yk} = 0,08 \times 41 \times 240 = 0,053 \text{ мм}^2/\text{мм}$$

Приймається поперечна арматура:

Ø6 A240C

Площа хомутив:

$$A_{sw} = 56,6 \text{ мм}^2$$

Крок хомутив:

$$s = A_{sw} / I_{min} = 56,6 / 0,053 = 1068 \text{ мм}$$

Однак нормативне обмеження:

$$s \leq 0,75d = 0,75 \times 195 = 147 \text{ мм}$$

Приймається конструктивний крок:

$$s = 150 \text{ мм}$$

Поздовжня верхня та нижня арматура каркасів: Ø7 A240C

Довжина каркасів:

$$l_k = 10 / 4 = 4960 / 4 = 1240 \text{ мм} \approx 1200 \text{ мм}$$

Перевірка показала, що багатопустотна плита забезпечує достатню міцність за похилими перерізами без необхідності розрахункового поперечного армування. Проте з урахуванням нормативних вимог приймається мінімальне конструктивне армування хомутами Ø6 A240C з кроком 150 мм, що забезпечує тріщиностійкість і надійність при експлуатаційних навантаженнях.

2.2.5 Перевірка несучої здатності багатопустотної плити за згинальним моментом

Розрахунок виконується відповідно до вимог за I групою граничних станів для попередньо напруженої багатопустотної плити перекриття.

1. Попереднє визначення відносної висоти стиснутої зони

Орієнтовне значення:

$$\xi = (A_{sp} \times f_{pud}) / (0,5 \times (1 + k) \times f_{cd} \times b_{eff} \times d)$$

$$\xi = (314 \times 685,625) / (0,5 \times 1,82034 \times 11,5 \times 1160 \times 195) = 0,091$$

Граничні значення:

$$\xi_{a,p} = 0,038$$

$$\xi_{b,p} = 0,18$$

Оскільки виконується умова:

$$\xi_{a,p} < \xi < \xi_{b,p} \quad \text{переріз працює в підобласті деформування 1b.}$$

2. Уточнення відносної висоти стиснутої зони

$$a = (A_{sp} \times f_{pud}) / (f_{cd} \times b \times d) = 0,0827$$

$$b = \epsilon_{3,cd} / \epsilon_{pud} = 0,58 / 14,68 = 0,0395$$

Уточнене значення:

$$\xi = (2a + b) / (2 + b)$$

$$\xi = (2 \times 0,0827 + 0,0395) / (2 + 0,0395) = 0,1005$$

Отримане значення також відповідає підобласті 1b.

3. Деформації бетону та уточнення коефіцієнтів

Деформація стиснутої зони:

$$\epsilon_c(1) = (\epsilon_{pud} \times \xi) / (1 - \xi)$$

$$\epsilon_c(1) = (14,68 \times 0,1005) / (1 - 0,1005) = 1,640$$

Коефіцієнти:

$$k = (\varepsilon_c(1) - \varepsilon_{c3,cd}) / \varepsilon_c(1) = (1,640 - 0,58) / 1,640 = 0,646$$

$$\beta = (k^2 + k + 1) / (3 \times (1 + k)) = 0,4179$$

4. Визначення несучої здатності перерізу

$$MR_d = 0,5 \times (1 + k) \times \xi \times (1 - \beta \times \xi) \times f_{cd} \times b \times d^2$$

$$MR_d = 40,2 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

5. Перевірка умови міцності

Отримані значення:

$$MR_d = 40,2 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

$$ME_d = 35,72 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

Оскільки:

$MR_d > ME_d$ несуча здатність плити за згинальним моментом забезпечена.

Переріз багатопустотної плити працює у підобласті 1b, що відповідає нормальній роботі попередньо напруженого залізобетону. Розрахункова несуча здатність перевищує діючий згинальний момент, що підтверджує достатній запас міцності плити та коректність прийнятого армування і геометричних параметрів.

2.2.6 Розрахунок багатопустотної попередньо напруженої плити за граничними станами другої групи

Розрахунок виконується для оцінки деформативності та тріщиностійкості багатопустотної плити перекриття з урахуванням роботи бетону та арматури в пружній стадії згідно з вимогами.

1. Коефіцієнти приведення арматури до бетону

Для врахування різної жорсткості матеріалів визначаємо модулі пружності:

$$\alpha_{sp} = E_p / E_{cm} = 190000 / 27000 = 7,037$$

$$\alpha_{sc} = E_{sc} / E_{cm} = 170000 / 27000 = 6,296$$

2. Геометричні характеристики перерізу

Верхня стиснута арматура: 8Ø4 Вр-I, $A_{sc} = 100,5 \text{ мм}^2$

Нижня напружена арматура: $A_{sp} = 314 \text{ мм}^2$

Розміри перерізу:

$$b_{eff} = 1160 \text{ мм}$$

$$b_{ef} = 1190 \text{ мм}$$

$$b_w = 295 \text{ мм}$$

$$h_{eff} = 41,15 \text{ мм}$$

$$h = 220 \text{ мм}$$

Відстані до арматури:

$$a_{sc} = c_1 = 20 \text{ мм}$$

$$a_{sp} = c_p = 28 \text{ мм}$$

3. Площа перерізу бетону

$$A_c = b_{eff} \times h_{eff} + b_w \times (h - 2h_{eff}) + b_{ef} \times h_{ef}$$

$$A_c = 1160 \times 41,15 + 295 \times (220 - 2 \times 41,15) + 1190 \times 41,15$$

$$A_c = 137324 \text{ мм}^2$$

Приведена площа:

$$A_{red} = A_c + \alpha_{sp} \times A_{sp} + \alpha_{sc} \times A_{sc}$$

$$A_{red} = 137324 + 7,037 \times 314 + 6,296 \times 100,5$$

$$A_{red} = 140166 \text{ мм}^2$$

4. Статичні моменти

Статичний момент бетонного перерізу:

$$S_c = 19374252 \text{ мм}^3$$

Статичний момент приведенного перерізу:

$$S_{red} = 19448777 \text{ мм}^3$$

5. Відстань до центра ваги

До нижньої грані:

$$y_{0,c} = 141,1 \text{ мм}$$

Для приведенного перерізу:

$$y_{0,red} = 138,7 \text{ мм}$$

До арматури:

$$y_{sp} = 110,7 \text{ мм}$$

$$y_{sc} = 61,3 \text{ мм}$$

6. Момент інерції

Для бетонного перерізу:

$$I_c = 1300792581 \text{ мм}^4$$

Для приведенного перерізу:

$$I_{red} = 1319437772 \text{ мм}^4$$

7. Моменти опору

Відносно нижньої грані:

$$W_{inf} = I_{red} / y_0 = 1319437772 / 138,7 = 9512889 \text{ мм}^3$$

Відносно верхньої грані:

$$W_{sup} = I_{red} / (h - y_0) = 1319437772 / (220 - 138,7) = 16229246 \text{ мм}^3$$

Отримані характеристики приведенного перерізу показують достатню жорсткість та інерційні властивості багатопустотної плити. Моменти опору забезпечують обмеження розтягуючих напружень у бетоні та арматурі, що підтверджує працездатність конструкції за граничними станами другої групи. Плита має достатню тріщиностійкість та відповідає вимогам експлуатаційної надійності.

2.2.7 Розрахунок сили попереднього напруження у багатопустотній плиті

Розрахунок виконується для визначення фактичного зусилля попереднього напруження з урахуванням миттєвих втрат та перевірки його відповідності допустимим значенням згідно з вимогами.

1. Початкове зусилля в арматурі

Максимально допустиме напруження в арматурі:

$$\sigma_{pm0}(x) = \min \{0,75 \times 840; 0,85 \times 765\} = 630 \text{ МПа}$$

Допустиме зусилля:

$$P_{m0}(x) = A_{sp} \times \sigma_{pm0}(x)$$

$$P_{m0}(x) = 314 \times 630 = 197820 \text{ Н}$$

2. Початкове зусилля з урахуванням втрат

Фактичне зусилля після натягу:

$$P_{m0} = P_{0,c} - \Delta P_{el}$$

Попередньо:

$$P_{0,c} = 204678 \text{ Н}$$

$$\Delta P_{el} = 4298 \text{ Н}$$

$$P_{m0} = 204678 - 4298 = 200380 \text{ Н}$$

Перевірка:

$$P_{m0} > P_{m0}(x)$$

Отже, умова не виконується, початкове напруження є завищеним.

3. Коригування попереднього напруження

Приймаємо зниження напруження в арматурі:

$$\sigma_{r,max} = 663 \text{ МПа}$$

Втрати від релаксації:

$$\Delta P_r = 0,03 \times A_{sp} \times \sigma_{r,max}$$

$$\Delta P_r = 0,03 \times 314 \times 663 = 6245 \text{ Н}$$

4. Уточнене зусилля натягу

$$P_{0,c} = \sigma_{r,max} \times A_{sp} - \Delta P_r$$

$$P_{0,c} = 663 \times 314 - 6245 = 201937 \text{ Н}$$

5. Втрати від миттєвої деформації бетону

Напруження в бетоні:

$$\Delta \sigma_c(t) = P_{0,c} / A_{red} + (P_{0,c} \times z_{cp} \times y_0) / I_{red}$$

де

$$z_{cp} = y_0 - c_p = 141,1 - 28 = 113,1 \text{ мм}$$

$$\Delta \sigma_c(t) = 3,84 \text{ МПа}$$

Втрати в арматурі:

$$\Delta P_{el} = A_{sp} \times E_p \times (0,5 \times \Delta \sigma_c / E_{cm})$$

$$\Delta P_{el} = 314 \times 190000 \times (0,5 \times 3,84 / 27000) = 4242 \text{ Н}$$

6. Остаточне зусилля після втрат

$$P_{m0} = P_{0,c} - \Delta P_{el}$$

$$P_{m0} = 201937 - 4242 = 197695 \text{ Н}$$

7. Перевірка умови

Допустиме значення:

$$P_{m0}(x) = 197820 \text{ Н}$$

Порівняння:

$$P_{m0} = 197695 \text{ Н} < P_{m0(x)} = 197820 \text{ Н}$$

Умова виконується.

Після уточнення рівня попереднього напруження та врахування миттєвих втрат отримане зусилля в арматурі не перевищує допустимого значення. Це забезпечує нормативну працездатність конструкції на стадії передавання зусилля на бетон та підтверджує правильність прийнятого рівня попереднього напруження.

РОЗДІЛ III

Технологічні рішення та організація будівництва

3.1 Організаційно-технологічна підготовка будівельного майданчика

Підготовка будівельного майданчика є початковим і обов'язковим етапом реалізації проєкту, який забезпечує належні умови для безпечного, безперервного та ефективного виконання будівельно-монтажних робіт. Комплекс заходів формується з урахуванням рішень генерального плану, інженерно-геологічних умов та вимог нормативних документів.

Очищення території передбачає повне звільнення ділянки від сторонніх об'єктів. Виконується видалення зелених насаджень, включаючи дерева, чагарники та кореневу систему, що можуть впливати на подальше влаштування фундаментів. У разі наявності існуючих будівель або споруд здійснюється їх демонтаж відповідно до проєктних рішень із дотриманням вимог безпеки. Територія також очищується від будівельного, побутового та іншого сміття з подальшим вивезенням у встановлені місця.

Планувальні та земляні роботи включають вертикальне планування майданчика із доведенням рельєфу до проєктних відміток. Забезпечується раціональне відведення поверхневих вод шляхом улаштування тимчасових водовідвідних каналів або дренажних систем, що запобігає підтопленню території та зниженню несучої здатності ґрунтів.

Інженерна підготовка полягає у виконанні геодезичних робіт із закріпленням осей будівлі, червоних ліній та меж забудови. Влаштовуються тимчасові під'їзні дороги з урахуванням руху будівельної техніки, організуються майданчики для складування матеріалів, конструкцій і розміщення механізмів. Це дозволяє оптимізувати логістику будівельного процесу та зменшити непродуктивні витрати часу.

Забезпечення майданчика інженерними ресурсами включає підключення до тимчасових мереж електропостачання, водопостачання та водовідведення. Передбачається монтаж тимчасового освітлення для роботи у вечірній та нічний час, що підвищує продуктивність і безпеку праці.

Організація безпечних умов будівництва передбачає встановлення захисної огорожі по периметру майданчика, облаштування контрольно-пропускного пункту та обмеження доступу сторонніх осіб. На території розміщуються попереджувальні знаки, інформаційні стенди, схеми руху транспорту та евакуації, що відповідають вимогам охорони праці.

Тимчасова інфраструктура включає встановлення модульних побутових приміщень для персоналу, санітарно-побутових вузлів, а також організацію зон для відпочинку та прийому їжі. Додатково визначаються місця розташування складів, контейнерів для матеріалів і стоянок будівельної техніки.

У результаті виконання зазначених заходів створюються необхідні організаційно-технічні умови для переходу до основного етапу будівництва. Підготовлений майданчик відповідає вимогам безпеки, технологічності та ефективного використання ресурсів.

3.2 Організаційно-технологічна послідовність зведення безкаркасної чотириповерхової будівлі

Організаційно-технологічна схема зведення безкаркасної чотириповерхової будівлі передбачає раціональну послідовність виконання будівельно-монтажних процесів з урахуванням конструктивної схеми, де несучими елементами є поздовжні та поперечні стіни. Основною метою є

забезпечення просторової жорсткості, рівномірного навантаження на фундаменти та безперервності будівельного процесу.

Будівництво організовується потоковим методом із поділом будівлі на захватки, що дозволяє паралельно виконувати окремі види робіт та забезпечує ритмічність виробництва. Роботи ведуться поярусно, з переходом від нижчих поверхів до вищих.

Першим етапом є зведення підземної частини будівлі. Після завершення підготовчих і земляних робіт виконують влаштування фундаментів, як правило стрічкового типу під несучі стіни. Проводиться влаштування бетонної підготовки, монтаж арматури та бетонування фундаментів з подальшим доглядом за бетоном до досягнення необхідної міцності. Після цього виконують гідроізоляцію та зворотну засипку пазух фундаментів із ущільненням ґрунту.

Наступним етапом є зведення надземної частини будівлі. Мурування несучих і самонесучих стін виконується поетапно з дотриманням перев'язки швів і технологічних вимог. Одночасно із зведенням стін здійснюється монтаж міжповерхових перекриттів із багатопустотних плит. Плити укладаються на підготовлену розчинну постіль із забезпеченням необхідної глибини опирання на стіни. Після монтажу плит виконують замонолічування стиків і швів, що забезпечує спільну роботу конструкцій.

Сходові марші та площадки монтуються у процесі зведення коробки будівлі, що забезпечує безпечний доступ до робочих горизонтів. Для підйому матеріалів застосовуються баштові або стрілові крани, які забезпечують подачу елементів у межах будівельного майданчика.

Після завершення зведення коробки будівлі виконуються роботи з влаштування покриття та даху. Далі здійснюється монтаж віконних і дверних блоків, що дозволяє перейти до внутрішніх робіт незалежно від погодних умов.

Інженерні мережі прокладаються поетапно, з урахуванням готовності конструкцій. Спочатку виконуються приховані роботи (стояки,

трубопроводи, електропроводка), після чого проводиться їх випробування та підготовка до експлуатації.

Оздоблювальні роботи виконуються після завершення основних будівельно-монтажних процесів і включають штукатурні, малярні, облицювальні роботи, улаштування підлог та інші завершальні операції.

Прийнята організаційно-технологічна послідовність забезпечує ефективне та безпечне зведення безкаркасної чотириповерхової будівлі з дотриманням нормативних вимог, оптимізацією строків будівництва та належною якістю виконання робіт.

3.3 Технологічні рішення та організація виконання основних будівельних процесів

У даному підрозділі наведено комплекс технологічних і організаційних рішень щодо виконання основних будівельних робіт при зведенні безкаркасної чотириповерхової будівлі. Прийняті рішення забезпечують послідовність, безперервність і якість виконання робіт із дотриманням вимог нормативних документів.

Основні будівельні процеси включають земляні роботи, улаштування фундаментів, зведення стін, монтаж перекриттів, улаштування покриття, а також супутні роботи.

Земляні роботи виконуються механізованим способом із застосуванням одноківшевих екскаваторів з подальшим доопрацюванням вручну. Розробка ґрунту ведеться до проєктної відмітки з урахуванням коефіцієнта укусу та забезпечення стійкості стінок котловану. У разі необхідності передбачаються заходи водовідведення. Після розробки котловану виконують улаштування піщаної або ґрунтової підготовки з пошаровим ущільненням.

Улаштування фундаментів передбачає монтаж опалубки, встановлення арматурних каркасів та бетонування. Бетон укладається шарами з обов'язковим ущільненням глибинними вібраторами. Після бетонування здійснюється догляд за бетоном до досягнення необхідної міцності. Далі

виконують гідроізоляцію поверхонь фундаментів і зворотну засипку пазух із ущільненням.

Зведення стін виконується із дрібноштучних елементів або блоків із дотриманням перев'язки швів. Мурування ведеться ярусами із використанням риштувань або інвентарних підмостків. Контроль вертикальності та горизонтальності здійснюється за допомогою геодезичних приладів. У процесі мурування передбачаються закладні деталі та отвори для інженерних мереж.

Монтаж міжповерхових перекриттів здійснюється із застосуванням вантажопідіймальних механізмів. Багатопустотні плити укладаються на цементно-піщаний розчин із забезпеченням нормативної глибини опирання. Після монтажу проводиться замонолічування стиків і анкерування плит для забезпечення їх спільної роботи.

Улаштування покриття включає монтаж несучих елементів, влаштування теплоізоляційного шару, пароізоляції та покрівельного килима. Роботи виконуються з дотриманням технологічних вимог і заходів безпеки.

Організація робіт передбачає використання потокового методу з поділом будівлі на захватки та яруси. Забезпечується узгодженість роботи будівельних бригад, своєчасне постачання матеріалів і ефективне використання будівельних машин і механізмів. Значна увага приділяється операційному контролю якості на кожному етапі, а також дотриманню вимог охорони праці.

Прийнята технологія та організація основних будівельних процесів забезпечує раціональне виконання робіт, скорочення тривалості будівництва та досягнення необхідної якості зведення будівлі.

3.4 Технологічна карта виконання робіт з улаштування монолітного стрічкового фундаменту

У підрозділі наведено уточнену технологічну карту виконання робіт із улаштування монолітних стрічкових фундаментів, що передбачає послідовне бетонування конструкції на окремих захватках. Прийняті технологічні

рішення забезпечують належну якість, міцність і довговічність фундаменту при дотриманні вимог нормативних документів. Роботи виконуються із застосуванням бетону класу не нижче С20/25 та арматури відповідно до проєктних рішень.

Підготовчий етап включає комплекс організаційно-технічних заходів, спрямованих на забезпечення безперервності бетонування. Перед початком робіт виконують очищення опалубки від залишків бетону та забруднень, перевіряють її геометричні параметри і герметичність стиків. На внутрішні поверхні наносять мастильні склади для полегшення розпалублення. Геодезично закріплюють осі фундаменту та виносять контрольні позначки. Робоча зона обладнується необхідними засобами механізації, перевіряється справність кранів, бункерів, вібраторів та інструменту, а також забезпечується наявність засобів індивідуального захисту.

Монтаж опалубки здійснюється поетапно із застосуванням вантажопідіймальних механізмів. Щити встановлюють у проєктне положення по маяках з подальшим вирівнюванням у вертикальній і горизонтальній площинах. Опалубка закріплюється розкосами та стяжками, що забезпечують її стійкість під час бетонування. Після монтажу однієї сторони фундаментної стрічки виконують встановлення арматурного каркаса, закладних деталей та гільз для інженерних комунікацій, після чого монтують протилежну сторону опалубки, формуючи замкнений контур.

Армування фундаменту виконується відповідно до робочих креслень із забезпеченням проєктного захисного шару бетону. Перед бетонуванням проводиться контроль правильності встановлення арматури, її діаметра, кроку та положення в перерізі. За результатами перевірки оформлюється акт на приховані роботи, що є підставою для початку бетонування.

Подача бетонної суміші організовується із застосуванням автобетонозмішувачів та вантажопідіймальних механізмів. Суміш подається у приймальні бункери і транспортується в зону укладання краном. Висота вільного падіння бетону обмежується з метою запобігання розшаруванню.

Укладання бетонної суміші здійснюється пошарово, із товщиною окремих шарів до 0,4–0,5 м.

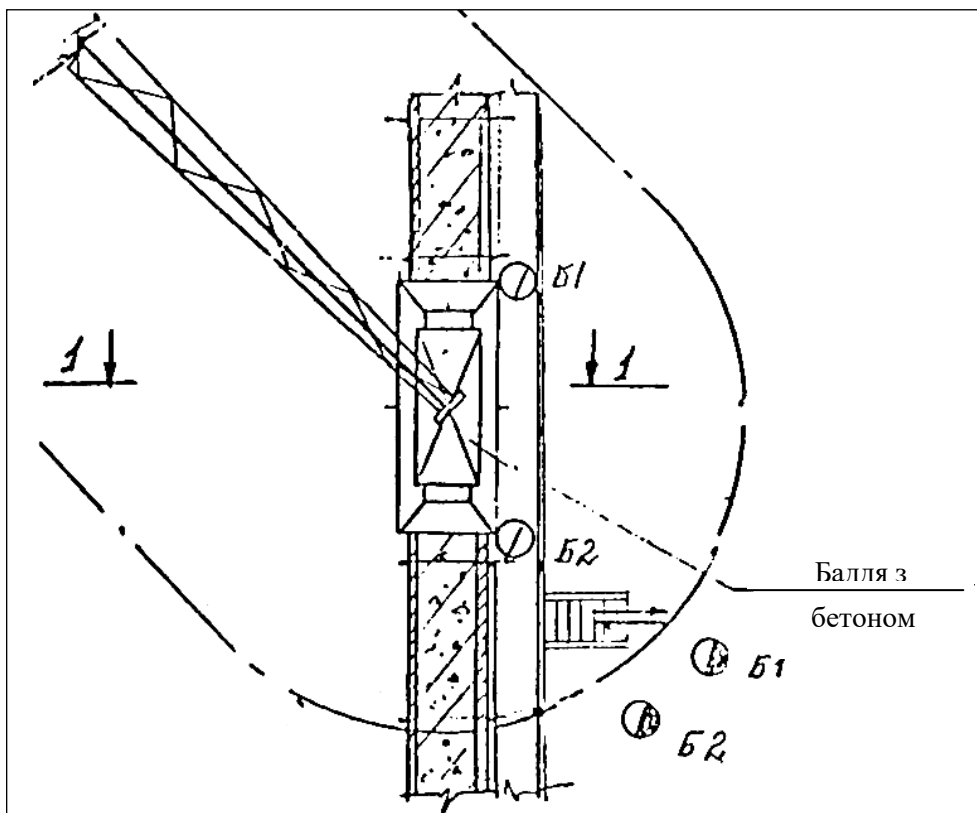


Рисунок 3.4.1. - Фрагмент плану подачі бетону краном

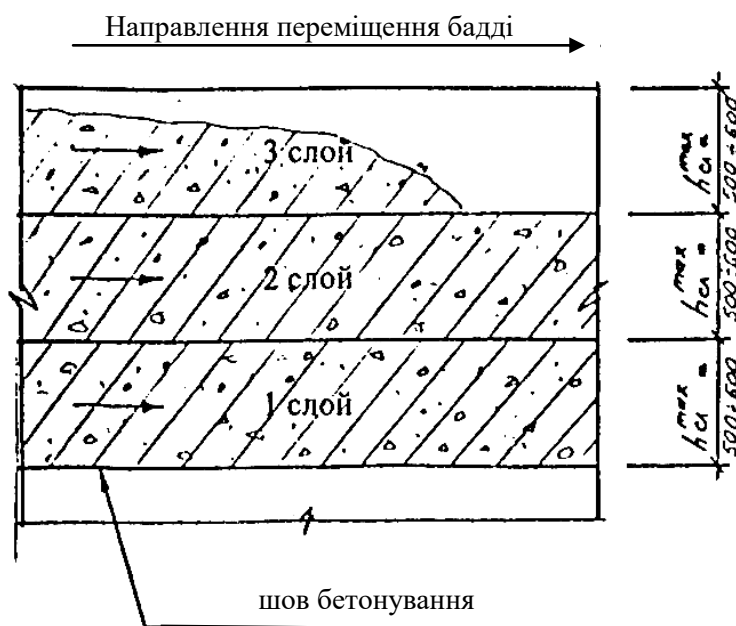


Рисунок 3.4.2. - Схема пошарового бетонування

Кожен шар підлягає обов'язковому ущільненню глибинними вібраторами. Вібрування виконується з перекриттям зон впливу, при цьому робочий орган вібратора занурюється у попередній шар на 5–10 см для забезпечення монолітності конструкції. Тривалість вібрування визначається візуально за припиненням виділення повітря та появою цементного молока. Не допускається контакт вібратора з арматурою та опалубкою.

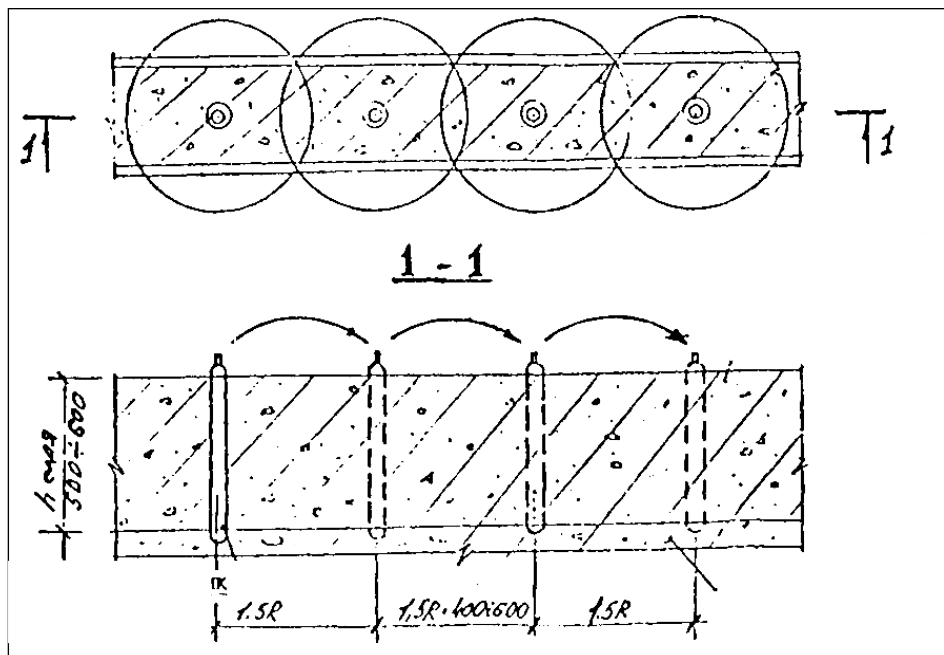


Рисунок 3.4.3 - Схема ущільнення бетонної суміші глибинними вібраторами ИВ-47, ИВ-67

У випадку технологічних перерв понад нормативний час перед відновленням бетонування робочі шви підлягають обробці. Поверхня очищується від цементної плівки механічним або водоповітряним способом, що забезпечує належне зчеплення шарів бетону.

Після завершення бетонування здійснюється догляд за бетоном, який включає підтримання оптимального вологісного та температурного режиму. Поверхні захищаються від висихання шляхом зволоження або накриття плівковими матеріалами. Розпалублення допускається після досягнення

бетоном мінімально необхідної міцності, що підтверджується результатами контролю.

Контроль якості виконання робіт здійснюється на всіх етапах. Перевіряються характеристики бетонної суміші, умови її укладання, ефективність ущільнення та відповідність геометричних параметрів фундаменту проектним значенням. Особлива увага приділяється забезпеченню щільності бетону, що впливає на його водонепроникність, морозостійкість і довговічність.

Організація безпечних умов праці передбачає дотримання вимог охорони праці при роботі з вантажопідіймальними механізмами, електрообладнанням і вібраційним інструментом. Робочі місця обладнуються огороженнями, попереджувальними знаками, освітленням та засобами пожежогасіння. Персонал проходить інструктаж і забезпечується засобами індивідуального захисту.

Запропонована технологічна карта забезпечує раціональну організацію бетонних робіт, підвищення якості монолітних фундаментів і дотримання вимог безпеки при виконанні будівельних процесів.

3.5 Обґрунтування вибору засобів механізації для виконання провідних будівельних процесів

Раціональний підбір засобів механізації є ключовою умовою забезпечення ефективності будівельного виробництва, скорочення тривалості робіт і зниження трудомісткості. В даному проекті вибір машин і механізмів виконано з урахуванням конструктивних особливостей безкаркасної чотириповерхової будівлі, обсягів робіт, умов будівельного майданчика та вимог безпеки.

Провідним процесом при зведенні будівлі прийнято монтаж конструктивних елементів та виконання бетонних робіт, що потребують застосування вантажопідіймальних механізмів. Основним параметром для вибору монтажного крана є монтажна маса елементів, яка визначається як сума маси конструкції та допоміжного обладнання:

$$Q_m = m_e + m_{стр} = 2,72 + 0,09 = 2,81 \text{ т} \approx 3 \text{ т}$$

Отримане значення дозволяє визначити необхідну вантажопідіймальність крана з урахуванням запасу на безпечну експлуатацію.

Монтажна висота підйому гака визначається за формулою:

$$H_m = h_o + h_e + h_z + h_{стр} = 0,30 + 0,60 + 0,50 + 4,20 = 5,60 \text{ м}$$

де враховано перевищення над рівнем стоянки крана, висоту елемента, монтажний запас та висоту стропування. Отримана величина визначає мінімальну висоту підйому гака крана.

Монтажний виліт стріли визначається з урахуванням геометричних параметрів будівлі та зони обслуговування:

$$L_m = 17,41 \text{ м}$$

Цей показник є визначальним при виборі типу крана, оскільки впливає на його вантажопідіймальність при заданому вильоті.

З урахуванням отриманих розрахункових параметрів прийнято гусеничний кран МКГ-25.01 зі стрілою довжиною 21,8 м. Даний кран забезпечує необхідну вантажопідіймальність на заданому вильоті та висоті підйому, має достатню мобільність у межах будівельного майданчика і може ефективно працювати в умовах обмеженого простору.

Крім основного вантажопідіймального механізму, у складі механізації будівельного процесу передбачено використання:

- автобетонозмішувачів для транспортування бетонної суміші;
- бадей (бункерів) для подачі бетону в конструкції;
- глибинних вібраторів для ущільнення бетонної суміші;
- ручного інструменту та допоміжного оснащення для монтажних і арматурних робіт.

Прийнятий комплекс засобів механізації забезпечує безперервність виконання робіт, відповідність технологічним вимогам та досягнення необхідної якості будівельної продукції. Обґрунтований вибір крана та допоміжного обладнання дозволяє оптимізувати будівельний процес і забезпечити його економічну доцільність.

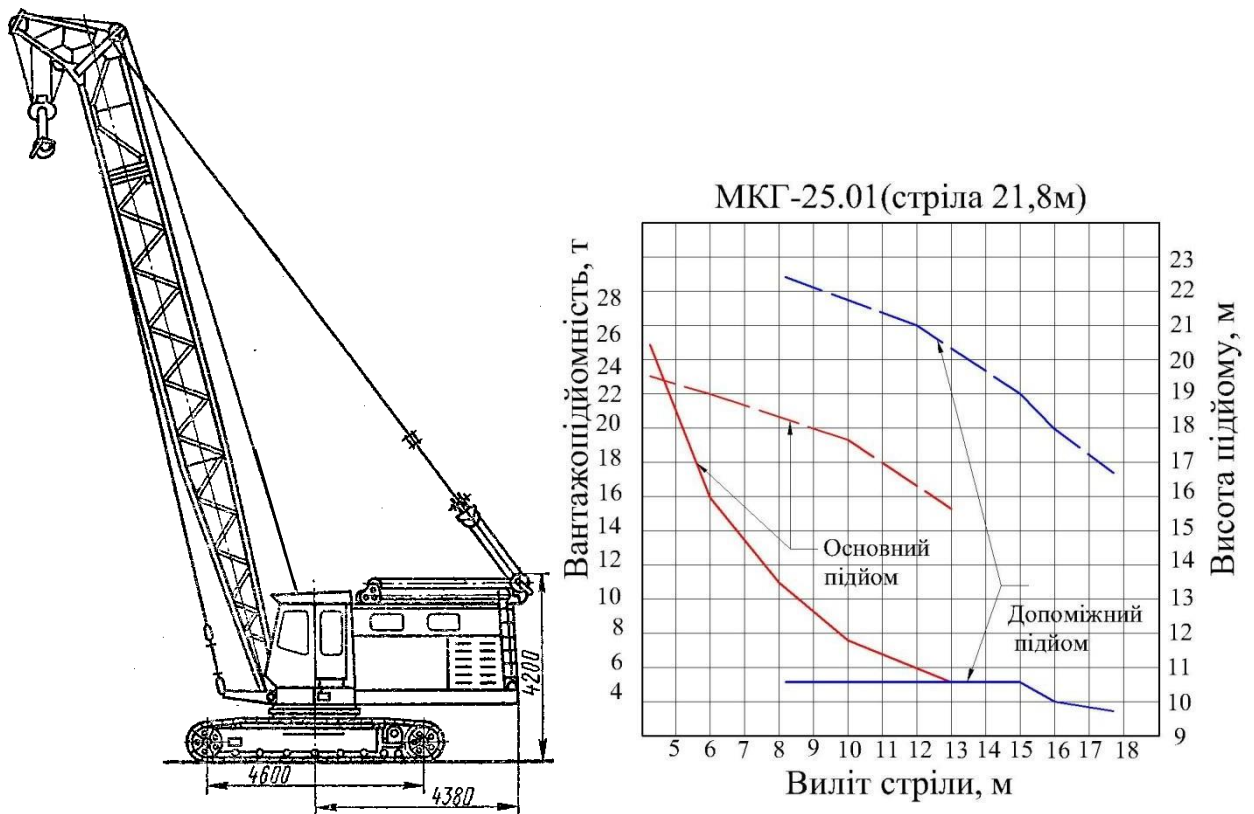


Рисунок 3.5.1 - Характеристики крана МКГ-25.01 при довжині стріли 21,8 м

3.6 Розроблення та обґрунтування календарного графіка будівництва будівлі

Календарний графік будівництва є основним документом організаційно-технологічного планування, який визначає послідовність, тривалість та взаємоузгодженість виконання будівельно-монтажних робіт. Його розроблення здійснюється на основі об'ємів робіт, прийнятих технологічних рішень, складу трудових ресурсів і використання будівельних машин та механізмів.

Для безкаркасної чотириповерхової будівлі календарний графік формується з урахуванням поділу будівництва на окремі етапи, що забезпечують безперервність і ритмічність виконання робіт.

Підготовчий період включає очищення та планування території, улаштування тимчасових доріг, підведення інженерних мереж, встановлення

огорожі та тимчасових споруд. Тривалість цього етапу приймається в межах 10–15 діб.

Нульовий цикл охоплює виконання земляних робіт, розробку котловану, улаштування піщаної підготовки, монтаж опалубки, армування та бетонування стрічкових фундаментів. Роботи виконуються із застосуванням механізованих засобів, зокрема крана МКГ-25.01. Орієнтовна тривалість етапу становить 20–30 діб.

Зведення надземної частини будівлі виконується поярусно. До складу робіт входять мурування зовнішніх і внутрішніх стін, улаштування перекриттів із багатопустотних плит, монтаж сходових маршів та площадок. Роботи організуються потоковим методом із розподілом на захватки, що дозволяє паралельно виконувати різні процеси. Тривалість етапу становить близько 60–80 діб.

Покрівельні роботи передбачають улаштування несучих конструкцій даху, тепло- та гідроізоляції, а також покрівельного покриття. Цей етап частково суміщується з завершальними роботами надземної частини і триває 10–15 діб.

Внутрішні та оздоблювальні роботи включають улаштування інженерних мереж, штукатурні, малярні, облицювальні роботи, монтаж підлог і встановлення обладнання. Вони виконуються після завершення основних конструктивних робіт із можливим паралельним виконанням по поверхах. Орієнтовна тривалість становить 40–60 діб.

Завершальний етап охоплює благоустрій території, демонтаж тимчасових споруд, очищення майданчика та підготовку об'єкта до введення в експлуатацію. Тривалість цього періоду складає 10–15 діб.

При складанні календарного графіка особлива увага приділяється критичному шляху, який визначає загальну тривалість будівництва. Оптимізація графіка досягається за рахунок суміщення процесів, раціонального використання трудових ресурсів і ефективного застосування будівельної техніки.

Розроблений календарний графік забезпечує логічну послідовність виконання робіт, скорочення строків будівництва та підвищення ефективності організації будівельного виробництва.

3.7 Формування та обґрунтування будівельного генерального плану майданчика

Будівельний генеральний план розробляється з метою раціональної організації будівельного майданчика, забезпечення безперервності виконання робіт, ефективного використання території та дотримання вимог охорони праці і пожежної безпеки. Його рішення базуються на генеральному плані об'єкта, календарному графіку будівництва, прийнятій технології виконання робіт і характеристиках застосованих засобів механізації.

При розробці будгенплану для безкаркасної чотириповерхової будівлі враховано габарити споруди, конфігурацію ділянки, існуючу забудову, під'їзні шляхи та інженерні мережі. Основним принципом є мінімізація внутрішньомайданчикових переміщень матеріалів і конструкцій, а також забезпечення безпечних умов праці.

На будівельному генеральному плані передбачено такі основні елементи.

Розміщення будівлі в межах майданчика з урахуванням проектних відміток та прив'язки до існуючих орієнтирів. Навколо будівлі організовується робоча зона для виконання монтажних і бетонних робіт.

Для обслуговування будівництва прийнято гусеничний кран МКГ-25.01, для якого визначено стоянки та радіуси обслуговування. Розміщення крана забезпечує покриття всієї площі забудови без необхідності частого переміщення, що підвищує продуктивність і знижує витрати часу.

На майданчику передбачено кільцеву або тупикову схему руху транспорту з урахуванням безпечного роз'їзду автомобілів. Дороги виконуються з ущільненого щебеню або дорожніх плит, що забезпечує їх експлуатацію за будь-яких погодних умов.

Визначено відкриті склади для сипучих матеріалів, майданчики для складування збірних елементів, арматури та опалубки. Вони розташовані в зоні дії крана для скорочення часу на переміщення вантажів.

На будгєнплані передбачено побутові приміщення для працівників, склади інструменту, майстерні та адміністративні вагончики. Їх розміщення відповідає санітарним нормам та забезпечує зручний доступ до робочих зон.

Передбачено підведення тимчасових мереж електропостачання, водопостачання та водовідведення. Освітлення майданчика забезпечує безпечне виконання робіт у темний час доби.

Будівельний майданчик огорожується, встановлюються попереджувальні знаки, визначаються небезпечні зони роботи крана та місця проходу працівників. Передбачено протипожежні розриви, розміщення вогнегасників та організацію евакуаційних шляхів.

Розроблений будівельний генеральний план забезпечує раціональну організацію території, узгодженість технологічних процесів, ефективне використання машин і механізмів, а також створює безпечні та зручні умови для виконання будівельно-монтажних робіт.

У розділі розроблено комплекс взаємопов'язаних технологічних та організаційних рішень, спрямованих на ефективне зведення безкаркасної чотириповерхової будівлі. Обґрунтовано послідовність виконання робіт від підготовки будівельного майданчика до завершального етапу благоустрою території з урахуванням вимог нормативних документів, умов будівництва та прийнятих конструктивних рішень.

Визначено раціональну організаційно-технологічну схему зведення будівлі з поділом на окремі етапи і захватки, що забезпечує потоковість, безперервність і узгодженість виконання робіт. Розглянуто технологію виконання основних будівельних процесів, зокрема земляних, бетонних, монтажних і оздоблювальних робіт, із застосуванням сучасних методів і засобів механізації.

РОЗДІЛ IV

ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Нормативно-правове забезпечення охорони праці у будівництві

Система охорони праці у будівельній галузі базується на комплексі законодавчих і нормативно-правових актів, що регламентують вимоги до безпечної організації праці, попередження виробничого травматизму та професійних захворювань, а також забезпечення належного рівня захисту життя і здоров'я працівників у процесі будівництва.

Ключову роль у правовому регулюванні відіграють основні законодавчі акти України. Кодекс законів про працю України визначає загальні трудові права працівників, включаючи право на безпечні та здорові умови праці, а також встановлює відповідальність роботодавця за їх забезпечення. Закон України «Про охорону праці» є базовим документом, який регламентує систему управління охороною праці, права та обов'язки учасників виробничого процесу, порядок проведення навчання, інструктажів і контролю знань, а також механізми державного нагляду.

Важливе значення мають галузеві нормативи, зокрема Закон України «Про будівельні норми», що визначає правові та організаційні основи нормування у будівництві. Практичне впровадження вимог безпеки забезпечується через ДБН А.3.2-2-2009 «Охорона праці і промислова безпека в будівництві», які встановлюють обов'язкові вимоги до організації будівельного виробництва, розміщення робочих зон, використання техніки та виконання небезпечних робіт. Додатково застосовуються нормативно-правові акти з охорони праці (НПАОП), що деталізують вимоги безпеки для окремих технологічних процесів, машин, механізмів і видів робіт.

У межах організації будівництва об'єкта передбачається реалізація комплексу організаційно-технічних заходів. Зокрема, розробляється план управління охороною праці з урахуванням специфіки будівельного майданчика та технології виконання робіт. Призначаються відповідальні

особи, включаючи інженера з охорони праці та керівників виробничих підрозділів, які забезпечують контроль за дотриманням вимог безпеки.

Обов'язковим є проведення вступного, первинного, повторного та позапланового інструктажів, а також навчання і перевірка знань працівників з питань охорони праці. Для окремих категорій працівників організовуються попередні та періодичні медичні огляди, особливо при виконанні робіт підвищеної небезпеки, зокрема на висоті або з використанням вантажопідіймальних механізмів.

Працівники забезпечуються засобами індивідуального захисту відповідно до характеру виконуваних робіт, а також створюються безпечні умови праці шляхом належного технічного стану машин, механізмів і обладнання. Передбачається їх регулярне технічне обслуговування, перевірка та сертифікація.

Нормативно-правове забезпечення охорони праці у будівництві формує основу для організації безпечного виробничого процесу, а дотримання встановлених вимог є обов'язковою умовою ефективного та безпечного виконання будівельних робіт.

4.2 Оцінка виробничих умов та ідентифікація небезпечних факторів під час зведення будівлі

Під час виконання будівельно-монтажних робіт при зведенні чотириповерхового безкаркасного житлового будинку зі стрічковими фундаментами на працівників можуть впливати небезпечні та шкідливі виробничі фактори, пов'язані з особливостями технології виконання робіт, застосуванням будівельних машин та механізмів, а також умовами будівельного майданчика. Аналіз умов праці проводиться з метою виявлення потенційних небезпек, оцінки рівня виробничого ризику та розроблення заходів щодо забезпечення безпечних умов праці відповідно до вимог Закону України «Про охорону праці», ДБН А.3.2-2-2009 та НПАОП у галузі будівництва.

На підготовчому етапі будівництва небезпечними факторами є переміщення будівельної техніки, робота автотранспорту, можливість наїзду машин на працівників, а також небезпека ураження електричним струмом при влаштуванні тимчасових електромереж будівельного майданчика. Причиною виникнення зазначених небезпек є одночасне виконання декількох видів робіт у межах обмеженої території та наявність тимчасових інженерних мереж.

При виконанні земляних робіт під влаштування стрічкових фундаментів виникає небезпека обвалення ґрунту та травмування працівників під час перебування у траншеях. Додаткову небезпеку створює робота екскаватора та автосамоскидів у зоні виконання робіт. Основними причинами виникнення небезпечних ситуацій є недотримання допустимої крутизни укосів, відсутність кріплення стінок траншей, порушення правил складування ґрунту поблизу виїмок та недостатній контроль за роботою машиністів будівельної техніки.

Під час армування, монтажу опалубки та бетонування фундаментів і стін працівники можуть зазнавати впливу фізичних небезпечних факторів, зокрема падіння предметів з висоти, травмування ручним електроінструментом, дії підвищеного рівня шуму та вібрації. При роботі з бетонною сумішшю можливий вплив хімічних факторів у вигляді цементного пилу та лужних компонентів бетону, які можуть викликати подразнення шкіри та органів дихання.

Під час зведення цегляних стін та монтажу плит перекриття основними небезпечними факторами є виконання робіт на висоті, падіння працівників, падіння інструменту або будівельних матеріалів, а також небезпека травмування вантажопідіймальними механізмами. Причинами виникнення небезпек є недостатнє огороження робочих зон, порушення технологічної послідовності виконання робіт та недотримання вимог безпечної експлуатації монтажних механізмів.

До шкідливих виробничих факторів на будівельному майданчику також належать підвищена запиленість повітря, несприятливі метеорологічні умови, нервово-психічне та фізичне перевантаження працівників. Рівні шуму, вібрації та запиленості при роботі будівельних машин можуть перевищувати допустимі нормативні значення, встановлені санітарними нормами та правилами охорони праці.

З метою зниження рівня виробничого ризику необхідно передбачити комплекс організаційних та технічних заходів, зокрема: огороження небезпечних зон, улаштування безпечних проходів, використання інвентарних риштувань і засобів індивідуального захисту, контроль технічного стану машин та механізмів, забезпечення нормативного освітлення робочих місць, проведення інструктажів з охорони праці та постійний контроль за дотриманням вимог безпеки.

Аналіз умов праці показав наявність небезпечних та шкідливих виробничих факторів на всіх основних етапах будівництва. Більшість виявлених небезпек може бути суттєво знижена або повністю усунена шляхом впровадження організаційно-технічних заходів, удосконалення технології виконання робіт та суворого дотримання нормативних вимог охорони праці. У наступних підрозділах необхідно розробити конкретні рішення щодо забезпечення безпечних умов праці та мінімізації виробничих ризиків на об'єкті будівництва.

4.3 Оцінювання виробничих ризиків та ймовірності виникнення небезпечних ситуацій на будівельному майданчику

Під час зведення чотириповерхового безкаркасного житлового будинку зі стрічковими фундаментами виникає значна кількість потенційно небезпечних виробничих ситуацій, пов'язаних із виконанням земляних, бетонних, монтажних та мурувальних робіт. Для визначення ступеня безпеки виробничих процесів проведено оцінювання ризиків із використанням методу матриці ризиків, який дозволяє визначити рівень

небезпеки залежно від імовірності виникнення небезпечної події та тяжкості можливих наслідків.

Для оцінювання ризику приймаються такі критерії:

- імовірність виникнення небезпечної події;
- тяжкість наслідків для працівників;
- рівень професійного ризику.

Таблиця 4.3.1 – Шкала оцінювання імовірності виникнення небезпечної події

Рівень	Характеристика імовірності	Опис
1	Низька	Подія малоімовірна
2	Помірна	Подія може виникнути періодично
3	Висока	Подія виникає часто
4	Дуже висока	Подія виникає регулярно

Таблиця 4.3.2 – Шкала оцінювання тяжкості наслідків

Рівень	Характер наслідків	Опис
1	Незначні	Легкі травми без втрати працездатності
2	Середні	Тимчасова втрата працездатності
3	Тяжкі	Важкі травми або професійні захворювання
4	Критичні	Смертельний випадок або групове травмування

Рівень ризику визначається як добуток імовірності виникнення небезпечної події на тяжкість її наслідків:

$$R = P \cdot S$$

де:

R – рівень ризику;

P – імовірність виникнення небезпечної події;

S – тяжкість наслідків.

Матриця оцінювання ризиків наведена у таблиці 4.3.3.

Таблиця 4.3.3 – Матриця ризиків

Тяжкість наслідків / Імовірність	1 Низька	2 Помірна	3 Висока	4 Дуже висока
1 Незначні	1	2	3	4
2 Середні	2	4	6	8
3 Тяжкі	3	6	9	12
4 Критичні	4	8	12	16

Оцінювання рівня ризику проводиться за такими критеріями:

1–3 – низький ризик;

4–6 – допустимий ризик;

7–9 – підвищений ризик;

10–16 – високий ризик.

На основі проведеного аналізу визначено найбільш небезпечні виробничі процеси під час будівництва об'єкта.

Таблиця 4.3.4 – Оцінювання виробничих ризиків на будівельному майданчику

Вид робіт	Потенційна небезпека	Імовірність Р	Наслідки S	Рівень ризику R	Категорія ризику
Земляні роботи	Обвалення ґрунту у траншеї	3	4	12	Високий
Робота екскаватора	Травмування працівників технікою	2	4	8	Підвищений
Монтаж плит перекриття	Падіння вантажу	3	4	12	Високий
Мурування стін	Падіння працівника з висоти	3	3	9	Підвищений
Бетонні роботи	Контакт із бетонною сумішшю	2	2	4	Допустимий
Робота з електроінструментом	Ураження електричним струмом	2	4	8	Підвищений

Вид робіт	Потенційна небезпека	Імовірність Р	Наслідки S	Рівень ризику R	Категорія ризику
Робота будівельної техніки	Підвищений рівень шуму та вібрації	3	2	6	Допустимий

Проведений аналіз показав, що найбільший рівень ризику мають роботи, пов'язані з перебуванням працівників у траншеях, монтажем конструкцій та виконанням робіт на висоті. Основними причинами виникнення небезпечних ситуацій є порушення технології виконання робіт, недостатній контроль за станом засобів захисту, недотримання вимог охорони праці та експлуатації будівельної техніки.

Для зниження рівня виробничого ризику необхідно впровадити комплекс організаційних і технічних заходів, зокрема застосування захисних огорожень, використання страхувальних систем при роботі на висоті, контроль стану укосів траншей, забезпечення безпечної експлуатації вантажопідіймальних механізмів та проведення систематичних інструктажів з охорони праці.

Проведене оцінювання ризиків дозволило визначити найбільш небезпечні виробничі процеси та встановити необхідність розроблення заходів щодо мінімізації ризику виникнення аварійних та травмонебезпечних ситуацій під час будівництва об'єкта.

4.4 Розроблення комплексу організаційно-технічних рішень щодо забезпечення безпечних умов праці під час будівництва

За результатами аналізу умов праці та оцінювання виробничих ризиків встановлено, що найбільш небезпечними під час зведення чотириповерхового безкаркасного житлового будинку є земляні роботи, монтаж конструкцій, виконання робіт на висоті, використання електроінструменту та експлуатація будівельних машин і механізмів. Для зниження рівня виробничого ризику та забезпечення безпечних умов праці

необхідно впровадити комплекс організаційних, технічних і архітектурно-планувальних заходів відповідно до вимог ДБН А.3.2-2-2009, НПАОП та чинних санітарних норм.

Одним із основних напрямків забезпечення безпечних умов праці є впровадження організаційних заходів, спрямованих на попередження виробничого травматизму та професійних захворювань. До початку виконання будівельно-монтажних робіт усі працівники повинні проходити вступний та первинний інструктажі з охорони праці, а також перевірку знань безпечних методів виконання робіт. Працівники, які виконують роботи підвищеної небезпеки, повинні проходити спеціальне навчання та медичний огляд.

На будівельному майданчику необхідно організувати систему постійного контролю за дотриманням вимог охорони праці. Небезпечні зони повинні бути огорожені та позначені попереджувальними знаками безпеки відповідно до вимог ДСТУ ISO 6309. У місцях руху будівельної техніки необхідно передбачити безпечні проходи для працівників та встановити обмеження швидкості руху автотранспорту.

Таблиця 4.4.1 – Організаційні заходи з охорони праці на будівельному майданчику

Небезпечний фактор	Організаційний захід	Очікуваний результат
Роботи на висоті	Проведення цільового інструктажу	Зниження ризику падіння працівників
Робота техніки	Організація безпечних маршрутів руху	Попередження наїзду техніки
Електротравматизм	Допуск лише кваліфікованого персоналу	Зменшення ризику ураження струмом
Підвищений шум	Регламентування режиму праці та відпочинку	Зменшення втоми працівників
Пил та забруднення	Проведення регулярного прибирання	Поліпшення санітарних умов

Для забезпечення безпеки під час виконання земляних робіт під стрічкові фундаменти необхідно передбачити улаштування укосів або кріплення стінок траншей залежно від глибини виїмки та характеристик ґрунту. Забороняється розміщення ґрунту та будівельних матеріалів ближче ніж 0,5 м від краю траншеї. Спуск працівників у траншеї повинен здійснюватися за допомогою інвентарних драбин.

При виконанні бетонних та мурувальних робіт необхідно застосовувати інвентарні риштування та помости заводського виготовлення. Робочі настили повинні мати огороження висотою не менше 1,1 м, бортові дошки та неслизьке покриття. Забороняється виконання робіт на висоті без використання запобіжних поясів та страхувальних пристроїв.

З метою забезпечення безпечної експлуатації вантажопідіймальних механізмів необхідно:

- визначити межі небезпечних зон роботи крана;
- обмежити доступ сторонніх осіб до зони монтажу;
- проводити регулярний технічний огляд вантажозахоплювальних пристроїв;
- виконувати стропування вантажів лише атестованими стропальниками.

Для зниження рівня шуму та вібрації необхідно застосовувати справні будівельні машини та механізми з нормативними технічними характеристиками. Працівники, які працюють із ручним механізованим інструментом, повинні бути забезпечені засобами індивідуального захисту органів слуху та антивібраційними рукавицями.

Таблиця 4.4.2– Технічні заходи щодо покращення умов праці

Небезпечний або шкідливий фактор	Технічний захід	Засіб захисту
Падіння з висоти	Встановлення огорожень	Запобіжні пояси
Обвалення ґрунту	Кріплення стінок траншей	Інвентарні кріплення
Ураження струмом	Захисне заземлення обладнання	Діелектричні рукавиці

Небезпечний або шкідливий фактор	Технічний захід	Засіб захисту
Запиленість повітря	Зволоження поверхонь	Респіратори
Підвищений шум	Застосування шумозахисних екранів	Навушники
Недостатнє освітлення	Встановлення тимчасового освітлення	Світильники 36 В

Особлива увага повинна приділятися забезпеченню електробезпеки на будівельному майданчику. Тимчасові електромережі необхідно виконувати ізольованими кабелями, прокладеними у безпечних місцях або захисних коробах. Для живлення переносного електроінструменту в особливо небезпечних умовах необхідно використовувати напругу не вище 42 В.

Для забезпечення нормативних параметрів освітлення робочих місць у темний період доби або при недостатньому природному освітленні необхідно передбачити систему тимчасового освітлення будівельного майданчика. Освітленість робочих зон повинна відповідати вимогам ДБН В.2.5-28:2018. Особливо важливим є достатнє освітлення зон монтажних робіт, проходів, складів матеріалів та місць роботи будівельних машин.

З метою покращення мікрокліматичних умов у холодний період року необхідно обладнати приміщення для обігріву працівників, забезпечити їх спеціальним одягом та організувати раціональний режим праці й відпочинку. У літній період необхідно передбачити захист робочих місць від прямої сонячної радіації та забезпечити працівників питною водою.

Архітектурно-планувальні заходи повинні передбачати раціональне розміщення тимчасових будівель і споруд, складів матеріалів, транспортних шляхів та зон роботи будівельної техніки. Таке планування дозволяє мінімізувати перетинання транспортних і пішохідних потоків, знизити ризик травмування працівників та підвищити загальний рівень безпеки будівельного майданчика.

Запропонований комплекс організаційних, технічних та архітектурно-планувальних заходів дозволяє суттєво знизити рівень виробничого ризику під час зведення об'єкта, забезпечити безпечні умови праці та привести організацію будівельного виробництва у відповідність до вимог чинних нормативних документів з охорони праці.

4.5 Висновки до розділу з охорони праці

У розділі виконано аналіз умов праці під час зведення чотириповерхового безкаркасного житлового будинку зі стрічковими фундаментами та досліджено основні небезпечні і шкідливі виробничі фактори, що можуть виникати на будівельному майданчику. Основною метою розділу було визначення потенційних виробничих небезпек, оцінювання рівня професійного ризику та розроблення комплексу організаційно-технічних заходів, спрямованих на забезпечення безпечних умов праці працівників.

У процесі аналізу встановлено, що найбільш небезпечними видами робіт є земляні роботи, монтаж конструкцій, виконання робіт на висоті, експлуатація вантажопідіймальних механізмів та використання електроінструменту. Основними небезпечними факторами визначено можливість падіння працівників і предметів з висоти, обвалення ґрунту в траншеях, ураження електричним струмом, вплив шуму, вібрації та підвищеної запиленості повітря робочої зони.

У розділі проведено оцінювання виробничих ризиків із використанням методу матриці ризиків, що дозволило визначити найбільш небезпечні виробничі процеси та встановити необхідність впровадження додаткових заходів безпеки. За результатами оцінювання встановлено, що найбільший рівень ризику мають роботи, пов'язані з перебуванням працівників у траншеях, виконанням монтажних робіт та робіт на висоті.

Для зниження рівня виробничого травматизму та покращення умов праці запропоновано комплекс організаційних, технічних та архітектурно-планувальних заходів. Зокрема передбачено проведення інструктажів та навчання працівників з охорони праці, застосування засобів індивідуального

захисту, огороження небезпечних зон, використання інвентарних риштувань і кріплень траншей, забезпечення нормативного освітлення робочих місць, заходи з електробезпеки, а також зниження рівня шуму й запиленості на будівельному майданчику.

Запропоновані рішення дозволяють суттєво знизити рівень професійного ризику, підвищити безпеку виконання будівельно-монтажних робіт та забезпечити відповідність організації будівництва вимогам чинних нормативних документів з охорони праці. Реалізація розроблених заходів сприятиме створенню безпечних та комфортних умов праці, попередженню виробничого травматизму і підвищенню ефективності будівельного виробництва.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДБН А.3.1-5:2016. Організація будівельного виробництва. К.: Мінрегіонбуд України, 2016. 46 с. https://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2016/01/A315_Organizatsiyabudivelnogo-virobnitstva.pdf
2. ДБН А.3.2-2-2009. Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення (НПАОП45.2-7.02-12) http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=25399
3. ДБН В.1.1-7:2016. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. [Чинний від 2016–10–31]. К. : Мінрегіон України, 2016. 39 с. https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id_doc=68456
4. ДБН В.1.2-2:2006. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування. Зміна №1 К. : Мінбуд України, 2006. 75 с. http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=21670106
5. ДБН В.2.2-15:2019. Житлові будинки. Основні положення. [Чинний від 2019–01–19]. Зі Зміною №1. К. : Міністерство розвитку громад та територій України, 2022. 51 с. https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id_doc=59627
6. ДБН В.2.6:220-2017. Покриття будівель і споруд. К. : Мінрегіонбуд України, 2017. 46 с. https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id_doc=72201
7. ДБН А.1.1-1:2009. Система стандартизації та нормування у будівництві. Основні положення. К. : Мінрегіонбуд України, 2013. 16 с. https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id_doc=112664
8. ДБН В.1.1-45:2017. Будівлі і споруди в складних інженерно-геологічних умовах. Загальні положення. К. : Мінрегіонбуд України, 2017. 26 с. https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id_doc=71184
9. ДБН В.2.2-41:2019. Висотні будівлі. Основні положення. К. : Мінрегіонбуд України, 2019. 50 с. https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id_doc=84353

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

18. Правила охорони праці під час експлуатації вантажопідіймальних кранів, підіймальних пристроїв і відповідного обладнання.
<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0244-18#Text>
19. Теліченко О.І., Нагорний М.В. Зведення і монтаж будівель та споруд : навч. пос. Суми : Видавництво СНАУ, 2020. 197 с.
20. Технологія монтажу будівельних конструкцій : навч. пос. / В. К. Черненко, О. Ф. Осипов, Г. М. Тонкачєєв та ін.; За ред. В. К. Черненка. Вид. 1-ше і 2-ге. видання К.: Горобець, 2011. 372 с.: іл
21. М. Н. Джалалов, С. М. Братішко Оптимізація організаційних параметрів будівельного виробництва / Харків: Друкарня «Мадрид», 2026. – 152 с. ISBN 978-617-8254-43-8