

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

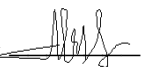
**НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
БУДІВНИЦТВА, ЗЕМЛЕУСТРОЮ ТА ЦИВІЛЬНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ**

Кафедра геотехніки, підземних споруд та гідротехнічного будівництва

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА
ДЕВ'ЯТИПОВЕРХОВИЙ ЖИТЛОВИЙ БУДИНОК У М. КОНОТОП

Розробив: студент 4 курсу, групи БтаЦІ 2022-2
спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія
освітня програма «Промислове та цивільне
будівництво»

Шевченко Микита Георгійович

Керівник  к.т.н., доцент Александрович В.А.

Рецензент  ст. викл. Гаврилюк О.В.

Харків

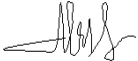
2026

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

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри геотехніки, підземних споруд та гідротехнічного будівництва


Вадим АЛЕКСАНДРОВИЧ
«01» червня 2026 року

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

Шевченко Микити Георгійовича

Спеціальність: *192 – Будівництво та цивільна інженерія*

Освітньо-професійна програма: *Промислове та цивільне будівництво*

Тема кваліфікаційної роботи: *Дев'ятиповерховий житловий будинок у м. Конотоп*

затверджена наказом ректора ХНУМГ ім. О. М. Бекетова № 447-03 від «26» травня 2026 року

Термін подання завершеної роботи на кафедру 17.06.2026 року

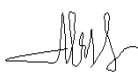
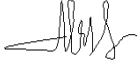
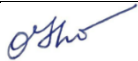
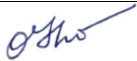
Вихідні дані до кваліфікаційної роботи: *інженерно-геологічні умови, основні вимоги до несучих та огорожувальних конструкцій будівлі, архітектурно-планувальне рішення об'єкту.*

Зміст розрахунково-пояснювальної записки: *архітектурно-будівельна частина, розрахунково-конструктивна частина, технологічні рішення та організація будівництва, розділ охорони праці.*

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

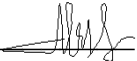
- архітектурно-будівельна частина: *фасади, повздовжні та поперечні розрізи, план на відмітці 0.000;*
- розрахунково-конструктивна частина: *робочі креслення основних конструктивних елементів будівлі (фундаменти, колони, ригелі, елементи покриття та перекриття);*
- розділ технології будівельного виробництва: *технологічна карта.*

КОНСУЛЬТАНТИ РОЗДІЛІВ РОБОТИ

Розділ		Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
			завдання видав	завдання прийняв
1. Архітектурно-будівельна частина		Завальний О.В.		
2. Розрахунково-конструктивна частина	Розрахунок підземної частини об'єкту	Александрович В.А.		
	Розрахунок надземної частини об'єкту	Шемер Р.М.		
3. Технологічні рішення та організація будівництва		Братішко С.М.		
4. Охорона праці		Нікітченко О.Ю.		
Нормоконтроль		Гаврилюк О.В.		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1. Архітектурно-будівельна частина	01.06.2026-04.06.2026	виконано
2. Розрахунково-конструктивна частина	05.06.2026-10.06.2026	виконано
3. Технологічні рішення та організація будівництва	11.06.2026-14.06.2026	виконано
4. Охорона праці	15.06.2026-17.06.2026	виконано

Керівник кваліфікаційної роботи  к.т.н., доцент Александрович В.А.

Завдання прийняв до виконання  Шевченко М.Г.

Дата видачі завдання «01» червня 2026 р.

ЗМІСТ

1. Архітектурно-будівельна частина	5
1.1 Характеристика району та будівельного майданчика.....	5
1.2 Інженерне та санітарно-технічне обладнання будинку	7
1.3 Об'ємно - планувальні рішення	12
1.4 Конструктивні елементи будівлі	14
1.5 Теплотехнічний розрахунок огорожувальних конструкцій ...	16
2. Розрахунково-конструктивна частина	19
2.1 Розрахунок підземної частини будівлі	19
2.2 Розрахунок надземної частини будівлі.....	30
3. Технологія та організація будівельного виробництва	47
3.1 Технологічна карта на влаштування рулонної покрівлі	47
3.2 Організація та технологія виконання робіт.....	49
3.3 Контроль якості.....	54
3.4 Вимоги з охорони праці та пожежної безпеки під час виконання покрівельних робіт	57
3.5 Потреба в машинах, обладнанні, пристосуваннях та інструменті.....	60
3.6 Техніко-економічні показники	64
4. Охорона праці.....	64
4.1 Завдання в галузі охорони праці	64
4.2 Аналіз умов праці при будівництві багатоповерхового житлового будинку	67
4.3 Організація безпеки виконання робіт на будівельному майданчику	69
4.4 Розрахунок захисного заземлення баштового крана КБ- 100М	72
4.5 Визначення небезпечної зони під час монтажу будівлі баштовим краном	74
Список використаних джерел	76

1. Архітектурно-будівельна частина

1.1 Характеристика району та будівельного майданчика

Об'єктом проєктування є дев'ятиповерховий житловий будинок, розташований у місті Конотоп. Будівельний майданчик прийнято з урахуванням містобудівних умов, інженерно-геологічних характеристик території, наявної транспортної інфраструктури та можливості підключення будинку до існуючих інженерних мереж.

Відповідно до вимог ДБН В.1.2-2:2006 «Навантаження і впливи» для району будівництва враховуються основні кліматичні навантаження, які впливають на проєктні рішення несучих і огорожувальних конструкцій будівлі. До вихідних параметрів проєктування належать нормативне вітрове навантаження, нормативне снігове навантаження та розрахункова глибина промерзання ґрунту [1].

За результатами інженерно-геологічних вишукувань територія будівництва характеризується пошаровим заляганням ґрунтів різного складу та стану. У верхній частині розрізу розташований ґрунтово-рослинний шар, який не може використовуватися як природна основа фундаментів і підлягає зняттю з подальшим використанням для благоустрою та рекультивації території. Нижче залягають супіски, суглинки та глинисті ґрунти, які після оцінювання їх фізико-механічних властивостей можуть бути прийняті як основа для фундаментів будівлі.

Ґрунтові води на майданчику виявляються на значній глибині від поверхні землі, що враховується під час вибору конструктивного рішення фундаментів, організації земляних робіт та захисту підземної частини будівлі від можливого зволоження. Остаточний вибір типу фундаментів виконується з урахуванням несучої здатності ґрунтової основи, глибини промерзання, рівня ґрунтових вод, розрахункових навантажень від будівлі та умов експлуатації.

Ділянка, відведена під будівництво дев'ятиповерхового житлового

будинку, має зручне розташування відносно внутрішньоквартальних проїздів і забезпечує можливість під'їзду автотранспорту, пожежної техніки, машин для вивезення побутових відходів та обслуговування інженерних мереж. Планувальне рішення території передбачає раціональне розміщення житлового будинку, пішохідних доріжок, проїздів, майданчиків для відпочинку, господарських зон та елементів озеленення.

За відмітку 0,000 прийнято рівень чистої підлоги першого поверху будівлі. Вертикальне планування території виконується з урахуванням існуючого рельєфу, забезпечення нормативного водовідведення та зручного доступу до входів у будинок. Поверхневі води відводяться організовано, із спрямуванням у внутрішньоквартальну дощову каналізацію або іншу передбачену проєктом систему водовідведення.

Для під'їзду до житлового будинку передбачаються внутрішньоквартальні автомобільні проїзди з твердим покриттям. Ширина проїздів приймається з урахуванням можливості руху легкового транспорту, спеціалізованої техніки та пожежних автомобілів. Покриття проїздів передбачається асфальтобетонним із влаштуванням бортового каменю. Поперечний ухил проїзної частини забезпечує відведення атмосферних опадів з поверхні дорожнього покриття.

Пішохідний рух на території організовується за допомогою тротуарів і доріжок, які з'єднують входи до під'їздів із проїздами, зупинками транспорту, майданчиками та іншими елементами благоустрою. Тротуари виконуються з твердим покриттям, мають нормативну ширину та облямовуються бетонним поребриком. Біля входів до під'їздів передбачаються вхідні майданчики, що забезпечують зручне та безпечне пересування мешканців.

На прибудинковій території передбачено благоустрій із влаштуванням майданчиків для відпочинку дорослих, ігор дітей, занять фізичною активністю, а також господарських майданчиків. Озеленення території виконується шляхом улаштування газонів, висадження дерев, кущів та декоративних насаджень. Таке планувальне рішення сприяє формуванню комфортного житлового середовища

та поліпшенню санітарно-гігієнічних умов експлуатації будинку.

1.2 Інженерне та санітарно-технічне обладнання будинку

Інженерно-технічне обладнання дев'ятиповерхового житлового будинку передбачає комплекс систем, необхідних для безпечної, надійної та комфортної експлуатації будівлі. До складу таких систем належать електропостачання, освітлення, зв'язок, сигналізація, заземлення, телевізійні та інформаційні мережі, а також обладнання, пов'язане з безпекою житлового будинку.

Для підвищення рівня експлуатаційної безпеки передбачається встановлення засобів сигналізації та контролю, зокрема систем, які дають змогу своєчасно виявляти небезпечні ситуації в підвальних, технічних або перших поверхах будинку. У разі проходження поблизу будівлі підземних комунікацій особлива увага приділяється контролю можливого проникнення природного газу до підземних приміщень.

Для приймання телевізійних та інформаційних сигналів на покрівлі будинку передбачається розміщення відповідного обладнання. Металеві стійки, кронштейни, шафи, коробки, елементи систем зв'язку, сигналізації та інші металеві частини інженерного обладнання підлягають обов'язковому заземленню відповідно до чинних вимог електробезпеки.

Квартири житлового будинку забезпечуються необхідними слабкострумовими мережами, зокрема телефонним, радіо-, телевізійним або інтернет-зв'язком залежно від прийнятих проєктних рішень. Розміщення інженерного обладнання виконується таким чином, щоб забезпечити зручність експлуатації, доступність для технічного обслуговування та недопущення порушення евакуаційних шляхів.

Санітарно-технічне обладнання дев'ятиповерхового житлового будинку включає системи опалення, холодного та гарячого водопостачання, побутової каналізації, дощової каналізації, внутрішнього водостоку та протипожежного водопостачання.

Опалення житлового будинку передбачається від централізованої системи теплопостачання або іншого джерела тепла, визначеного технічними умовами. Система опалення повинна забезпечувати нормативні температурні умови в житлових і допоміжних приміщеннях протягом усього опалювального періоду. Гаряче водопостачання приймається від централізованої мережі або через індивідуальний тепловий пункт відповідно до прийнятої схеми теплопостачання.

Водопостачання будинку передбачається від існуючих міських або внутрішньоквартальних водопровідних мереж. Для забезпечення необхідного тиску води на верхніх поверхах може застосовуватися насосне обладнання або підвищувальна насосна станція. Внутрішня система водопостачання проектується з урахуванням господарсько-питних потреб мешканців, санітарно-технічного обладнання квартир, місць загального користування та потреб з обслуговування будинку.

Зовнішнє пожежогасіння забезпечується від існуючої кільцевої мережі господарсько-протипожежного водопроводу з використанням пожежних гідрантів. Розміщення гідрантів повинно забезпечувати можливість оперативного забору води пожежною технікою та відповідати вимогам протипожежних норм.

Побутові стічні води від санітарно-технічних приладів квартир і допоміжних приміщень відводяться до внутрішньоквартальної мережі побутової каналізації. Система каналізації проектується з урахуванням надійного самопливного відведення стічних вод, герметичності трубопроводів та можливості їх технічного обслуговування.

Відведення поверхневих вод з території будинку здійснюється організовано. Атмосферні опади з проїздів, тротуарів і майданчиків спрямовуються до дощоприймальних пристроїв або внутрішньоквартальної дощової каналізації. З покрівлі дев'ятиповерхового житлового будинку передбачається організований водовідвід, зокрема через систему внутрішнього водостоку.

Для поливання газонів, квітників і зелених насаджень можуть передбачатися поливальні крани, підключені до внутрішньої або зовнішньої мережі водопостачання. У приміщеннях, пов'язаних з обслуговуванням будинку, за необхідності передбачається підведення холодної води для санітарного прибирання та технічних потреб [4,5].

Протипожежні рішення для дев'ятиповерхового житлового будинку приймаються відповідно до вимог ДБН В.1.1-7:2016, ДБН В.2.2-15:2019 та інших чинних нормативних документів з пожежної безпеки. Основною метою протипожежних заходів є запобігання виникненню пожежі, обмеження її поширення, забезпечення безпечної евакуації людей та створення умов для ефективної роботи пожежно-рятувальних підрозділів [2, 3].

Ступінь вогнестійкості будинку визначається залежно від конструктивної схеми, поверховості, призначення будівлі та меж вогнестійкості основних будівельних конструкцій. Для житлового будинку несучі стіни, сходові клітки, перекриття, сходові марші та майданчики повинні мати нормативні межі вогнестійкості, які забезпечують збереження несучої здатності та просторової стійкості будівлі протягом необхідного часу в умовах пожежі.

Несучі та огорожувальні конструкції проєктуються з матеріалів, які відповідають вимогам пожежної безпеки. Протипожежні перешкоди, перегородки, міжквартирні стіни та конструкції, що відокремлюють загальні коридори або сходові клітки від інших приміщень, приймаються з урахуванням нормативних меж вогнестійкості та обмеження поширення вогню.

Евакуація людей із житлового будинку забезпечується через сходові клітки, коридори, тамбури та виходи назовні. Двері квартир виходять на поверхові майданчики або у загальні комунікаційні простори, які мають безпосередній зв'язок зі сходовими клітками. Найбільша відстань від дверей квартир до сходової клітки або евакуаційного виходу приймається відповідно до нормативних вимог.

Ширина евакуаційних проходів, дверей, сходових маршів і майданчиків

приймається не меншою за нормативно допустимі значення. Висота проходів забезпечує безпечне пересування людей під час повсякденної експлуатації та евакуації. Сходові марші обладнуються огороженням і поручнями, а між маршами передбачається необхідний зазор для прокладання пожежного рукава.

Сходові клітки мають природне освітлення через віконні прорізи у зовнішніх стінах. Провітрювання сходових кліток забезпечується через вікна або інші прорізи, що відкриваються. У сходових клітках не допускається розміщення обладнання або конструктивних елементів, які зменшують нормативну ширину евакуаційних шляхів.

При зовнішніх входах до житлового будинку передбачаються тамбури, які зменшують тепловтрати та забезпечують зручність експлуатації будівлі в холодний період року. Відмітка підлоги при вході до будинку приймається вище рівня тротуару, що запобігає потраплянню поверхневих вод усередину приміщень.

Покрівля будинку проєктується з урахуванням вимог пожежної безпеки та експлуатаційної надійності. Для будівлі висотою понад 10 м передбачається огороження покрівлі. Вихід на покрівлю організовується через люк або інше передбачене проєктом рішення, що забезпечує доступ для обслуговування та можливість виконання протипожежних заходів.

На горищі або в технічному просторі, за його наявності, передбачається прохід для обслуговування конструкцій, інженерних мереж і вентиляційних каналів. Конструкції горищного простору та покриття приймаються з урахуванням вимог щодо вогнестійкості та недопущення поширення пожежі.

Зовнішнє пожежогасіння будинку забезпечується пожежними автомобілями з використанням води з пожежних гідрантів, розташованих на кільцевій водопровідній мережі. Під'їзди до будинку проєктуються таким чином, щоб пожежна техніка мала можливість безперешкодно наближатися до фасадів будівлі та виконувати рятувальні роботи.

У житлових приміщеннях передбачається встановлення автономних

пожежних сповіщувачів або інших засобів раннього виявлення пожежі відповідно до чинних вимог. Застосування будівельних матеріалів і конструкцій з невизначеними або непідтвердженими показниками пожежної небезпеки не допускається.

Комплекс прийнятих протипожежних заходів забезпечує необхідний рівень безпеки мешканців, обмежує можливість поширення пожежі та створює умови для своєчасної евакуації людей і роботи пожежно-рятувальних підрозділів [2, 3]

Район будівництва дев'ятиповерхового житлового будинку у м. Конотоп характеризується такими основними кліматичними та природними умовами, які враховуються під час проєктування будівлі [6]:

- нормативне вітрове навантаження — 0,45 кПа;
- нормативне снігове навантаження — 1,8 кПа;
- розрахункова глибина промерзання ґрунту — 1,2 м.

Наведені показники є вихідними даними для розрахунку несучих та огорожувальних конструкцій, а також для вибору глибини закладання фундаментів і конструктивного рішення підземної частини будинку.

За результатами інженерно-геологічних вишукувань будівельний майданчик представлений такими інженерно-геологічними елементами:

ІГЕ-1 — ґрунтово-рослинний шар, представлений суглинним чорноземом із корінням рослин, потужністю 0,3 м;

ІГЕ-2 — супісь зелено-бура, пластична, потужністю 3,3 м;

ІГЕ-3 — суглинок жовто-бурий, пластичний, потужністю 4,8 м;

ІГЕ-4 — супісь зелено-бура, текуча, потужністю 3,5 м;

ІГЕ-5 — глина бура, пластична.

Ґрунтово-рослинний шар ІГЕ-1 не може використовуватися як природна основа фундаментів, тому перед початком будівельних робіт він підлягає зняттю з подальшим використанням для рекультивації та благоустрою території. Нижчі шари ґрунтів розглядаються як основа для фундаментів після оцінювання їх

фізико-механічних характеристик, несучої здатності та деформаційних властивостей.

Встановлений рівень ґрунтових вод зафіксовано на абсолютній відмітці 99,25 м. Наявність ґрунтових вод враховується під час вибору типу фундаментів, визначення глибини їх закладання, проєктування гідроізоляції підземних конструкцій та організації виконання земляних робіт.

Проєктований житловий будинок належить до II ступеня вогнестійкості. За класом наслідків об'єкт відноситься до СС2, що відповідає будівлям із середніми наслідками можливої відмови та потребує забезпечення належного рівня надійності, довговічності й безпеки під час проєктування, будівництва та експлуатації [6].

1.3 Об'ємно - планувальні рішення

Проєктований об'єкт являє собою дев'ятиповерховий багатоквартирний житловий будинок із вбудованими приміщеннями громадського призначення, розташований у м. Конотоп. Об'ємно-планувальне рішення будівлі прийнято з урахуванням функціонального зонування, зручності експлуатації, нормативних вимог до житлових будинків, забезпечення інсоляції квартир і раціональної організації внутрішніх комунікацій.

У житловій частині будинку передбачено 72 квартири, зокрема 36 двокімнатних та 36 трикімнатних квартир.

На першому поверсі будинку розміщуються вбудовані приміщення торгівлі, офісні та службові приміщення, а також приміщення охорони і колясочні. Крім того, у будівлі передбачено необхідні технічні приміщення: вузли введення теплових мереж і водопроводу, електрощитові та інші приміщення для розміщення інженерного обладнання. На технічному поверсі запроєктовано машинні приміщення ліфтів та вентиляційні камери.

Вертикальний зв'язок між поверхами забезпечується внутрішньою

незадимлюваною сходовою кліткою та пасажирськими ліфтами вантажопідйомністю 400 кг.

Будівля має прямокутну конфігурацію в плані з розмірами в крайніх осях $51,6 \times 12,0$ м. Висота поверхів прийнята 2,8 м, що забезпечує нормативні параметри житлових і допоміжних приміщень.

Розміщення житлового будинку на ділянці прийняте з урахуванням вимог інсоляції житлових приміщень і прибудинкової території. Орієнтація будівлі та розташування віконних прорізів забезпечують достатній рівень природного освітлення квартир, а також формують комфортні умови проживання.

У проєкті передбачено скління вікон будинку відповідно до архітектурно-будівельних рішень. Для підвищення безпеки експлуатації вікна першого та дев'ятого поверхів обладнуються металевими ґратами. Вхідні двері до квартир запроектовані металевими, протиударними та антивандальними, що підвищує рівень захисту житлових приміщень.

У вестибюлях на глухих ділянках стін першого поверху передбачається встановлення поштових скриньок. Планувальні рішення вхідних груп забезпечують зручний доступ до сходово-ліфтового вузла, квартир і приміщень загального користування.

Зовнішнє оздоблення фасадів передбачено із застосуванням фасадної системи типу Ceresit, що забезпечує належний архітектурний вигляд будинку, додатковий захист зовнішніх стін і підвищення енергоефективності будівлі. Цокольна частина облицьовується гранітною брекчією, що підвищує її довговічність і стійкість до механічних пошкоджень та атмосферних впливів. Парапет по периметру будівлі обрамлюється декоративними захисними фартухами з покрівельної сталі.

Внутрішнє оздоблення приміщень приймається відповідно до їх функціонального призначення. Цегляні стіни та перегородки штукатуряться, стіни санвузлів і ванних кімнат облицьовуються керамічною плиткою, а житлові приміщення передбачаються під обклеювання шпалерами.

Кольорове рішення фасадів і внутрішнього оздоблення приміщень приймається індивідуально з урахуванням архітектурної виразності будівлі, її розміщення в міському середовищі та функціонального призначення окремих приміщень.

1.4 Конструктивні елементи будівлі

Конструктивна схема дев'ятиповерхового житлового будинку у м. Конотоп прийнята з поздовжніми несучими стінами. Будівля запроєктована з технічним підпіллям та технічним горищем, що забезпечує зручне розміщення й обслуговування інженерних мереж, вентиляційних каналів та інших елементів технічного обладнання.

Просторова жорсткість і стійкість будинку забезпечується спільною роботою поздовжніх і поперечних несучих стін, а також горизонтальних дисків міжповерхових перекриттів.

Зовнішні стіни будинку запроєктовані тришаровими з розміщенням теплоізоляційного шару в товщі стіни. Теплоізоляційний шар захищається зовнішнім облицювальним шаром, який запобігає його пошкодженню внаслідок атмосферних впливів, відкритого вогню, механічних ударів та інших факторів, що можуть погіршити експлуатаційні властивості утеплювача.

Як додаткова теплоізоляція зовнішніх стін застосовуються мінераловатні плити Rockwool FACADE LAMELLA щільністю 100 кг/м³. Для захисту фасаду та формування архітектурного вигляду будівлі передбачено застосування фасадної системи Ceresit. Конструкція фасадної системи з утепленням наведена у графічній частині бакалаврської роботи.

Міжповерхові перекриття запроєктовані зі збірних залізобетонних круглопустотних плит. Вони сприймають навантаження від підлог, перегородок, меблів, обладнання та людей, передаючи їх на несучі стіни будівлі. Крім того, перекриття працюють як горизонтальні диски жорсткості, що забезпечують просторову стійкість будинку.

Покриття будівлі виконується зі збірних залізобетонних ребристих плит. Покрівля прийнята суміщеною рулонною з організованим водовідведенням. Як утеплювач покрівлі застосовуються мінераловатні плити Rockwool щільністю 150 кг/м³.

Сходові марші та сходові майданчики передбачені збірними залізобетонними. Зовнішні сходи виконуються зі збірних залізобетонних сходинок.

Фундаменти будинку прийняті стрічковими зі збірних залізобетонних фундаментних блоків і фундаментних подушок. Опорним шаром для фундаментних подушок приймаються супіски інженерно-геологічного елемента ІГЕ-2. Перед улаштуванням фундаментів ґрунтово-рослинний шар підлягає зняттю, оскільки він не може використовуватися як природна основа будівлі.

Внутрішні перегородки запроектовані цегляними товщиною 120 мм. Вони забезпечують розділення внутрішнього простору квартир і допоміжних приміщень відповідно до прийнятих об'ємно-планувальних рішень. Перемички над віконними прорізами, а також над прорізами у внутрішніх цегляних стінах і перегородках прийняті збірними залізобетонними брусковими.

Шахти ліфтів виконуються з монолітного залізобетону, що забезпечує їхню жорсткість, довговічність і надійну роботу в складі конструктивної системи будівлі.

Зовнішні двері та двері до квартир передбачені металевими антивандальними. Внутрішньоквартирні двері прийняті дерев'яними. Протипожежні двері виконуються металевими відповідно до вимог пожежної безпеки. Вікна та балконні двері запроектовані дерев'яними з потрібним заскленням або індивідуального виготовлення згідно з архітектурними рішеннями. Підвіконні дошки передбачені дерев'яними.

Підлоги в приміщеннях будинку приймаються залежно від функціонального призначення приміщень. У житлових кімнатах передбачається покриття з лінолеуму, у санітарних вузлах, ванних кімнатах і приміщеннях з

підвищеною вологістю — керамічна плитка, у технічних і допоміжних приміщеннях — цементні підлоги.

1.5 Теплотехнічний розрахунок огорожувальних конструкцій

Теплотехнічний розрахунок огорожувальних конструкцій дев'ятиповерхового житлового будинку у м. Конотоп виконується з метою перевірки відповідності зовнішніх стін, покриття, світлопрозорих конструкцій і зовнішніх дверей вимогам енергоефективності та теплозахисту будівель.

Розрахунок виконується відповідно до ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель». Згідно з цими нормами для огорожувальних конструкцій опалюваних будівель повинна виконуватися умова [7]:

$R\Sigma_{\text{пр}} \geq R_{q \text{ min}}$, де $R\Sigma_{\text{пр}}$ — приведений опір теплопередачі огорожувальної конструкції, $\text{м}^2\text{К/Вт}$; $R_{q \text{ min}}$ — мінімально допустиме значення опору теплопередачі, $\text{м}^2\text{К/Вт}$.

Для житлових будівель розрахункові параметри внутрішнього повітря приймаються: температура $t_{\text{в}} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$, відносна вологість $\phi_{\text{в}} = 55 \text{ \%}$. Для I температурної зони розрахункова температура зовнішнього повітря становить $t_{\text{з}} = -22 \text{ }^\circ\text{C}$.

Для м. Конотоп приймається I температурна зона. Мінімально допустимі значення опору теплопередачі для житлових і громадських будівель становлять: для зовнішніх стін — $4,00 \text{ м}^2\text{К/Вт}$, для суміщених покриттів — $7,00 \text{ м}^2\text{К/Вт}$, для покриттів технічних поверхів і горищних перекриттів неопалюваних горищ — $6,00 \text{ м}^2\text{К/Вт}$, для світлопрозорих конструкцій — $0,90 \text{ м}^2\text{К/Вт}$, для зовнішніх дверей — $0,70 \text{ м}^2\text{К/Вт}$.

Розрахунок зовнішньої стіни

Зовнішні стіни житлового будинку прийняті тришаровими з розміщенням теплоізоляційного шару в товщі стіни. Як утеплювач застосовуються

мінераловатні плити Rockwool FACADE LAMELLA. Із зовнішнього боку передбачається фасадна система Ceresit, яка виконує захисну та декоративну функції.

Таблиця 1 .1 – Конструкція зовнішніх стін

№	Шар конструкції	Товщина δ , м	Коефіцієнт теплопровідності λ , Вт/(мК)	Термічний опір R, м²К/Вт
1	Внутрішня штукатурка	0,020	0,93	0,022
2	Цегляна кладка	0,380	0,81	0,469
3	Мінераловатний утеплювач Rockwool	0,150	0,041	3,659
4	Зовнішній захисно- декоративний шар Ceresit	0,010	0,76	0,013

Опір теплопередачі багатошарової конструкції визначається за формулою:

$R\Sigma = 1/\alpha_{\text{в}} + \Sigma(\delta_i / \lambda_i) + 1/\alpha_{\text{з}}$, де $\alpha_{\text{в}} = 8,7$ Вт/(м²К) — коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні; $\alpha_{\text{з}} = 23$ Вт/(м²К) — коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні; δ_i — товщина окремого шару конструкції, м; λ_i — коефіцієнт теплопровідності матеріалу шару, Вт/(мК).

Термічний опір внутрішньої поверхні $R_{\text{в}} = 1 / 8,7 = 0,115$ м²К/Вт. Термічний опір зовнішньої поверхні $R_{\text{з}} = 1 / 23 = 0,043$ м²К/Вт. Загальний опір теплопередачі зовнішньої стіни $R\Sigma = 0,115 + 0,022 + 0,469 + 3,659 + 0,013 + 0,043 = 4,321$ м²К/Вт. Перевіряємо умову теплозахисту $R\Sigma = 4,321$ м²К/Вт $>$ $R_{\text{q min}} = 4,00$ м²К/Вт.

Визначення необхідної товщини утеплювача зовнішньої стіни

Необхідна товщина теплоізоляційного шару визначається з умови забезпечення нормативного опору теплопередачі $\delta_{\text{ут}} = (R_{\text{q min}} - R_{\text{без ут}}) \times \lambda_{\text{ут}}$.

Опір конструкції без утеплювача $R_{\text{без ут}} = 0,115 + 0,022 + 0,469 + 0,013 + 0,043 = 0,662$ м²К/Вт.

Тоді мінімально необхідна товщина утеплювача $\delta_{\text{ут}} = (4,00 - 0,662) \times 0,041$

= 0,137 м. Приймаємо товщину утеплювача $\delta_{ут} = 150$ мм.

Прийнята товщина мінераловатного утеплювача забезпечує нормативний рівень теплозахисту зовнішньої стіни.

Перевірка температури внутрішньої поверхні зовнішньої стіни

Різниця між внутрішньою та зовнішньою розрахунковими температурами $\Delta t = t_v - t_z = 20 - (-22) = 42$ °С. Густина теплового потоку через зовнішню стіну $q = \Delta t / R_{\Sigma} = 42 / 4,321 = 9,72$ Вт/м². Пониження температури на внутрішній поверхні стіни $\Delta \theta_v = q \times R_v = 9,72 \times 0,115 = 1,12$ °С. Температура внутрішньої поверхні стіни $t_v = 20 - 1,12 = 18,88$ °С.

Для житлових будівель допустима різниця між температурою внутрішнього повітря та температурою внутрішньої поверхні стіни становить 4,0 °С. Перевірка $\Delta \theta_v = 1,12$ °С < 4,0 °С.

Розрахунок покриття

У будинку передбачено технічне горище та рулонну покрівлю з організованим водовідведенням. У разі розрахунку суміщеного покриття для І температурної зони мінімальний опір теплопередачі приймається $R_q \min = 7,00$ м²×К/Вт.

Таблиця 1.2 – Конструкція покриття

№	Шар конструкції	Товщина δ , м	Коефіцієнт теплопровідності λ , Вт/(мК)	Термічний опір R, м²К/Вт
1	Залізобетонна плита покриття	0,220	2,04	0,108
2	Пароізоляційний шар	0,005	0,17	0,029
3	Мінераловатний утеплювач Rockwool	0,280	0,041	6,829
4	Цементно-піщана стяжка	0,040	0,93	0,043
5	Рулонний покрівельний килим	0,010	0,17	0,059

Загальний опір теплопередачі покриття $R_{\Sigma} = 0,115 + 0,108 + 0,029 + 6,829 + 0,043 + 0,059 + 0,043 = 7,226$ м²К/Вт. Перевірка умови $R_{\Sigma} = 7,226$ м²К/Вт > R_q

$\min = 7,00 \text{ м}^2\text{К/Вт}$.

Мінімально необхідна товщина утеплювача для суміщеного покриття становить орієнтовно: $\delta_{\text{ут}} = (7,00 - 0,397) \times 0,041 = 0,271 \text{ м}$. Приймаємо конструктивно $\delta_{\text{ут}} = 280 \text{ мм}$.

Якщо в проєкті утеплення передбачається не по суміщеному покриттю, а по горищному перекриттю неопалюваного технічного горища, тоді нормативне значення можна приймати $R_{\text{q min}} = 6,00 \text{ м}^2\text{К/Вт}$, а необхідна товщина утеплювача становитиме орієнтовно 240 мм.

Світлопрозорі конструкції та зовнішні двері

Вікна та балконні двері приймаються з енергоефективними склопакетами. Для I температурної зони опір теплопередачі світлопрозорих огорожувальних конструкцій повинен бути не меншим $R_{\text{q min}} = 0,90 \text{ м}^2\text{К/Вт}$.

Тому в проєкті доцільно передбачити віконні блоки з двокамерними енергоефективними склопакетами або інші сертифіковані конструкції, які забезпечують вказане нормативне значення.

Зовнішні двері приймаються металевими утепленими антивандальними. Їх опір теплопередачі повинен бути не меншим $R_{\text{q min}} = 0,70 \text{ м}^2\text{К/Вт}$.

2. Розрахунково-конструктивна частина

2.1 Розрахунок підземної частини будівлі

2.1.1 Збір навантажень

Збір навантажень на фундаменти виконується з урахуванням постійних і тимчасових навантажень, які діють на будівлю під час її експлуатації. До постійних навантажень відносять власну вагу конструктивних елементів покриття, перекриттів, стін, перегородок та інших конструкцій. До тимчасових навантажень належать снігове навантаження, експлуатаційні навантаження від людей, меблів, обладнання тощо.

На першому етапі визначається навантаження від конструкції покриття. Розрахунок виконується з урахуванням коефіцієнтів надійності за навантаженням.

Таблиця 2.1 – Збір навантажень від покриття

Вид навантаження	Характеристичне навантаження, кН/м ²	Коефіцієнт надійності γ_f	Розрахункове навантаження, кН/м ²
Постійні навантаження g			
Тришаровий рубероїдний килим	0,12	1,2	0,15
Цементно-піщана стяжка, $\delta = 0,05$ м, $\rho = 20$ кН/м ³	1,00	1,3	1,3
Утеплювач із керамзитобетону, $\delta = 0,15$ м, $\rho = 9$ кН/м ³	1,35	1,2	1,6
Збірна залізобетонна ребриста плита покриття	3,00	1,1	3,3
Разом постійні навантаження g_1			6,4
Тимчасові навантаження V			
Снігове навантаження	1,60	1,14	1,8
Разом тимчасові навантаження V_1			1,8
Повне розрахункове навантаження від покриття $q_1 = g_1 + V_1$			8,2

Отже, повне розрахункове навантаження від покриття становить:

$$q_1 = g_1 + V_1 = 6,364 + 1,824 = 8,2 \text{ кН/м}^2.$$

Отримане значення використовується під час подальшого визначення навантажень, що передаються на несучі стіни та фундаменти будинку.

2.1.2 Розрахунок ширини підшви фундаменту під середню стіну

Для дев'ятиповерхового житлового будинку прийнято стрічкові фундаменти на природній основі. Такий тип фундаментів доцільний для будівель із поздовжніми несучими стінами, оскільки навантаження від надземної частини передаються на основу рівномірно вздовж несучих стін.

Розрахунок ширини підосви фундаменту виконується для найбільш навантаженої середньої стіни. Навантаження на 1 погонний метр стрічкового фундаменту визначається з урахуванням навантажень від перекриттів, покриття та власної ваги стіни:

$q = 0,7 \times 6 \times 2 \times 10 + 0,81 \times 6 \times 2 + 0,38 \times 27,2 \times 1,4 = 108,2 \text{ т/м.}$, де $0,7 \text{ т/м}^2$ — навантаження від перекриттів; 6 м — розрахунковий проліт; 2 — кількість вантажних площ, що передають навантаження на середню стіну; 10 — кількість рівнів навантаження; $0,81 \text{ т/м}^2$ — навантаження від покриття; 0,38 м — товщина несучої стіни; 27,2 м — висота стіни; $1,4 \text{ т/м}^3$ — об'ємна вага кладки.

Отже, розрахункове навантаження на 1 погонний метр фундаменту під середню несучу стіну становить $N = 108,2 \text{ т/м.}$

Для розрахунку приймається стрічковий фундамент на природній основі. Розрахунок основи виконується за деформаціями з підбором ширини підосви відповідно до розмірів збірних залізобетонних фундаментних елементів.

Тип ґрунту в основі фундаменту — пілувато-глинисті ґрунти з показником текучості $0,25 < I_L < 0,5$. Характеристики ґрунту прийняті на підставі інженерно-геологічних вишукувань.

Таблиця 2.2 – Вихідні дані для розрахунку

Найменування показника	Позначення	Значення	Одиниця виміру
Об'ємна вага ґрунту	γ	1,82	тс/м ³
Кут внутрішнього тертя	φ	27	град
Питоме зчеплення ґрунту	c	1,6	тс/м ²
Рівень ґрунтових вод	Hv	-10	м
Висота фундаменту	H	2,3	м
Глибина закладання фундаменту від рівня планування	d	1,2	м
Усереднений коефіцієнт надійності за навантаженням	γ_f	1,15	—

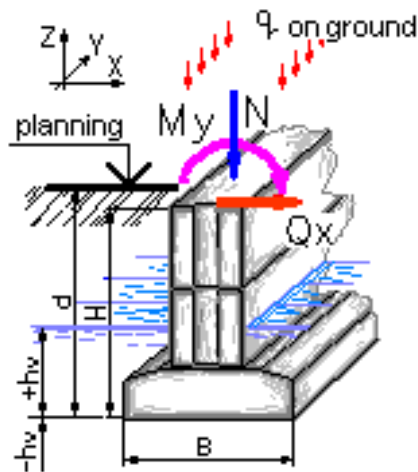


Рисунок 2.1 – Конструктивна схема

Таблиця 2.3 – Розрахункові навантаження на фундамент

Найменування	Значення	Одиниця виміру
Поздовжня сила N	108,2	тс/п.м
Згинальний момент M_y	0	Тс м/п.м
Поперечна сила Q_x	0	тс/п.м
Рівномірно розподілене навантаження q	0	тс/м ²

Оскільки згинальний момент у рівні підосви фундаменту відсутній, навантаження на основу передається центрально. У такому випадку напруження під підосвою фундаменту розподіляється рівномірно.

За результатами розрахунку основи за деформаціями встановлено, що необхідна ширина підосви стрічкового фундаменту становить $b = 2,4$ м. Розрахунковий опір ґрунту основи дорівнює $R = 47,2$ тс/м². Максимальне напруження в розрахунковому шарі ґрунту становить $\sigma_{\max} = 43,92$ тс/м². Мінімальне напруження в розрахунковому шарі ґрунту становить $\sigma_{\min} = 43,92$ тс/м². Перевірка умови несучої здатності основи $\sigma_{\max} \leq R$; $43,92$ тс/м² $\leq 47,2$ тс/м².

Умова виконується, отже, прийнята ширина підосви фундаменту забезпечує необхідну несучу здатність ґрунтової основи.

2.1.3 Результати конструювання фундаменту

За результатами розрахунку прийнято стрічковий фундамент зі збірних залізобетонних елементів. Ширина підшви фундаменту прийнята відповідно до розрахунку та з урахуванням типорозмірів збірних конструкцій.

Таблиця 2.4 – Геометричні характеристики фундаменту

Найменування характеристики	Позначення	Значення	Одиниця виміру
Ширина підшви фундаменту	B	2,4	м
Ширина перерізу стіни / підколонника	b_0	0,6	м
Висота уступу фундаменту	h_n	0,5	м
Захисний шар арматури підшви	z_n	7,0	см
Довжина верхнього уступу вздовж осі X	b_1	0,9	м
Клас бетону	—	C12/15	—

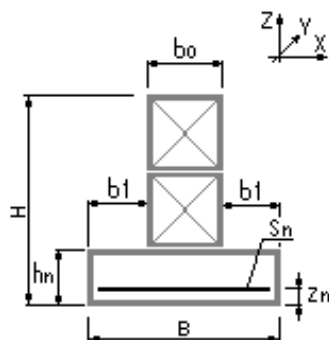


Рисунок 2.2 – Схема конструювання фундаменту

Перевірка підшви фундаменту на дію поперечної сили в перерізі, що проходить по грані стіни, показала достатню несучу здатність конструкції. За міцністю по нормальному перерізу прийняте армування також є достатнім.

Для армування підшви стрічкового фундаменту приймається робоча арматура вздовж осі X 13 Ø12 A400C.

Прийняте армування забезпечує необхідну міцність підшви фундаменту та відповідає умовам роботи конструкції під дією розрахункових навантажень.

2.1.4 Розрахунки осідання фундаменту під середню стіну

Розрахунок виконується для стрічкового фундаменту шириною підшви $b = 2,4$ м, що був попередньо підібраний за умовою несучої здатності основи. Основою фундаменту є пілувато-глинисті ґрунти, представлені супісками, суглинками та глинами.

Розрахунок виконано за допомогою ПК Мономах.

Таблиця 2.5 – Вихідні дані для розрахунку

Найменування показника	Позначення	Значення	Одиниця виміру
Тип фундаменту	—	стрічковий	—
Глибина закладання фундаменту	d	1,2	м
Висота фундаменту	H	2,3	м
Ширина підшви фундаменту	b	2,4	м
Рівень ґрунтових вод	H _v	-10	м
Розрахункове навантаження на 1 п.м.	N	108,2	тс
Згинальний момент	M _y	0	Тс м
Поперечна сила	Q _x	0	тс

Оскільки згинальний момент у рівні підшви фундаменту відсутній, навантаження передається на основу центрально. У цьому випадку напруження під підшоною фундаменту розподіляється рівномірно, а крен фундаменту не виникає.

Характеристики ґрунтів у межах стисливої товщі наведено в таблиці 2.6.

Таблиця 2.6 – Характеристики ґрунтів за шарами

Номер ІГЕ	Тип ґрунту	Товщина шару, м	Модуль деформації E, тс/м ²
ІГЕ1	Супіски	3,3	3200
ІГЕ 2	Суглинки	4,8	2500
ІГЕ 3	Супіски	3,5	2400
ІГЕ 4	Глини	не обмежено	2100

Розрахунок осідання виконано за схемою лінійно-деформованого півпростору. При цьому враховується пошарова будова ґрунтової основи, модулі

деформації окремих шарів, глибина закладання фундаменту, ширина підшви та навантаження, що передається від будівлі на основу.

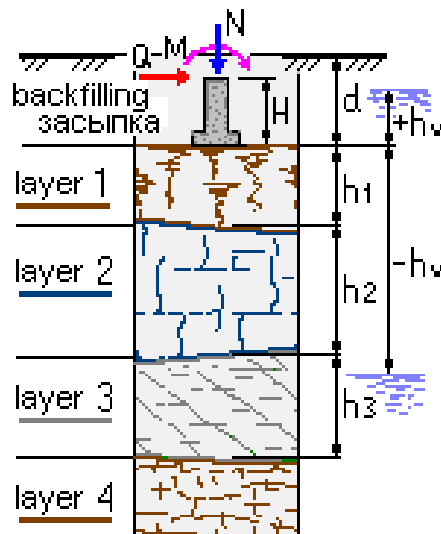


Рисунок 2.3– Схема для розрахунку з ПК Мономах

Середній модуль деформації ґрунтової основи в межах стисливої товщі визначений з урахуванням площ епюри вертикальних напружень у ґрунті та становить $E_{сер} = 2771,56 \text{ тс/м}^2$. Нижня межа стисливої товщі, відрахована від підшви фундаменту, становить $H_c = 14 \text{ м}$. За результатами розрахунку осідання основи під стрічковим фундаментом дорівнює $S = 62,55 \text{ мм}$. Допустиме значення осідання для даного типу будівлі приймається $S_{доп} = 80 \text{ мм}$. Перевіряємо умову допустимості осідання $S \leq S_{доп}$; $62,55 \text{ мм} \leq 80 \text{ мм}$.

Умова виконується, отже, розрахункове осідання фундаменту не перевищує допустимого значення.

Крен фундаменту в напрямку осі X становить $i_x = 0$. Крен фундаменту в напрямку осі Y становить $i_y = 0$. Відсутність крену пояснюється тим, що навантаження на фундамент передається центрально, без дії згинального моменту.

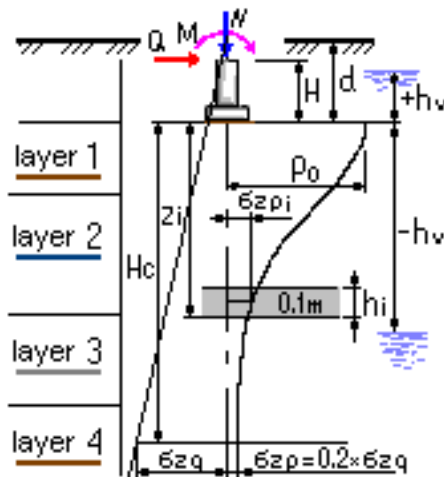


Рисунок 2.4 – Епюри напружень ПК Мономах

У результаті розрахунку встановлено, що осідання стрічкового фундаменту під середню несучу стіну становить 62,55 мм, що менше допустимого значення 80 мм. Отже, деформації ґрунтової основи перебувають у допустимих межах, а прийнята ширина підшви фундаменту 2,4 м забезпечує надійну роботу основи за другою групою граничних станів.

2.1.5 Розрахунок ширини підшви фундаменту під крайню стіну

Таблиця 2.7 – Вихідні дані для розрахунку

Найменування показника	Позначення	Значення	Одиниця виміру
Наявність підвалу	—	немає	—
Об'ємна вага ґрунту	γ	1,82	тс/м ³
Кут внутрішнього тертя ґрунту	φ	27	град
Питоме зчеплення ґрунту	c	1,6	тс/м ²
Рівень ґрунтових вод	H_v	-10	м
Висота фундаменту	H	2,3	м
Глибина закладання фундаменту	d	1,2	м
Усереднений коефіцієнт надійності за навантаженням	γ_f	1,15	—

Таблиця 2.8 – Розрахункові навантаження на 1 погонний метр фундаменту

Найменування	Значення	Одиниця виміру
Поздовжня сила N	74,7	тс/п.м
Згинальний момент M_y	0	тсм/п.м
Поперечна сила Q_x	0	тс/п.м
Рівномірно розподілене навантаження q	0	тс/м ²

Оскільки згинальний момент у рівні підшви фундаменту відсутній, навантаження від зовнішньої стіни передається на основу центрально. У цьому випадку епюра контактних напружень під підшвою фундаменту є рівномірною, а максимальні та мінімальні напруження в основі мають однакове значення.

За результатами розрахунку за деформаціями встановлено, що необхідна ширина підшви стрічкового фундаменту під зовнішню стіну становить $b = 2,0$ м. Розрахунковий опір ґрунту основи дорівнює $R = 46,08$ тс/м². Максимальне напруження в розрахунковому шарі ґрунту становить $\sigma_{\max} = 37,19$ тс/м². Мінімальне напруження в розрахунковому шарі ґрунту становить $\sigma_{\min} = 37,19$ тс/м². Результируюча вертикальна сила від навантажень дорівнює $N_{\text{рез}} = 85,54$ тс. Опір основи становить $\Phi = 202,07$ тс.

Перевірка несучої здатності основи виконується за умовою $\sigma_{\max} \leq R$; $37,19$ тс/м² $\leq 46,08$ тс/м².

Умова виконується, отже, напруження під підшвою фундаменту не перевищує розрахункового опору ґрунту основи.

Розрахункові моменти в рівні підшви фундаменту становлять $M_x = 0$ тсм; $M_y = 0$ тсм. Це підтверджує центральне прикладання навантаження та відсутність ексцентриситету.

Результати конструювання фундаменту

За результатами розрахунку прийнято стрічковий фундамент із шириною підшви 2,0 м. Геометричні характеристики конструкції наведено в таблиці 2.9.

Таблиця 2.9 – Геометричні характеристики стрічкового фундаменту під зовнішню стіну

Найменування характеристики	Позначення	Значення	Одиниця виміру
Ширина підосви фундаменту	B	2,0	м
Ширина перерізу стіни / фундаментного блока	b ₀	0,6	м
Висота уступу фундаменту	h _n	0,5	м
Захисний шар арматури підосви	z _n	7,0	см
Довжина верхнього уступу вздовж осі X	b ₁	0,7	м
Клас бетону	—	C12/15	—

Перевірка підосви фундаменту на дію поперечної сили в перерізі, що проходить по грані стіни, показала достатню несучу здатність конструкції. За міцністю по нормальному перерізу прийняте армування також є достатнім.

Для армування підосви стрічкового фундаменту приймається робоча арматура вздовж осі X 11 Ø12 А-III.

У результаті розрахунку для зовнішньої несучої стіни прийнято стрічковий фундамент на природній основі з шириною підосви 2,0 м. Максимальне напруження в ґрунті під підосвою фундаменту становить 37,19 тс/м², що менше розрахункового опору ґрунту 46,08 тс/м².

2.1.5 Розрахунок осідання фундаменту під зовнішню стіну

Розрахунок осідання фундаменту під зовнішню несучу стіну виконується для перевірки роботи ґрунтової основи за деформаціями. Для проєктованого дев'ятиповерхового житлового будинку прийнято стрічковий фундамент на природній основі. Розрахунок виконано для фундаменту шириною підосви $b = 2,0$ м, яка була попередньо визначена за результатами підбору за деформаціями основи.

Таблиця 2.10 – Вихідні дані для розрахунку

Найменування показника	Позначення	Значення	Одиниця виміру
Тип фундаменту	—	стрічковий	—
Глибина закладання фундаменту	d	1,2	м
Висота фундаменту	H	2,3	м
Ширина підосви фундаменту	b	2,0	м
Рівень ґрунтових вод	H _v	-10	м

Таблиця 2.11 – Характеристики ґрунтів за шарами

Номер ІГЕ	Тип ґрунту	Товщина шару, м	Модуль деформації E, тс/м ²
ІГЕ 1	Супіски	3,3	3200
ІГЕ 2	Суглинки	4,8	2500
ІГЕ 3	Супіски	3,5	2400
ІГЕ 4	Глини	не обмежено	2100

Таблиця 2.12 – Нормативні навантаження на 1 погонний метр фундаменту

Позначення	Значення	Одиниця виміру
N	74,7	тс
M _y	0	тс×м
Q _x	0	тс
q	0	тс/м ²

Оскільки згинальний момент у рівні підосви фундаменту відсутній, навантаження від зовнішньої стіни передається на основу центрально. У зв'язку з цим крен фундаменту в напрямках осей X та Y не виникає.

Розрахунок осідання виконано за схемою лінійно-деформованого півпростору. Нижня межа стисливої товщі, відрахована від підосви фундаменту, становить H_c = 11,1 м.

Середній модуль деформації ґрунтової основи, визначений пропорційно площам епюри вертикальних напружень у ґрунті, становить E_{сер} = 2858,23 тс/м².

За результатами розрахунку осідання основи під стрічковим фундаментом дорівнює S = 41,69 мм. Допустиме значення осідання для будівлі приймається S_{доп} = 80 мм. Перевіряємо умову допустимості осідання $S \leq S_{\text{доп}}$; 41,69 мм ≤ 80 мм.

Умова виконується, отже, розрахункове осідання фундаменту під зовнішню стіну не перевищує допустимого значення.

Крен фундаменту в напрямку осі X $i_x = 0$. Крен фундаменту в напрямку осі Y $i_y = 0$. Відсутність крену пояснюється центральним прикладанням навантаження та відсутністю згинальних моментів у рівні підшви фундаменту.

У результаті розрахунку встановлено, що осідання стрічкового фундаменту під зовнішню несучу стіну становить 41,69 мм, що менше допустимого значення 80 мм. Отже, деформації ґрунтової основи перебувають у допустимих межах.

2.2 Розрахунок надземної частини будівлі

2.2.1 Збір навантажень

Таблиця 2.13 – Збір навантажень від покриття

Вид навантаження	Характеристичне навантаження, кН/м^2	Коефіцієнт надійності γ_f	Розрахункове навантаження, кН/м^2
Постійні навантаження від покриття, g			
Тришаровий рубероїдний килим	0,12	1,20	0,144
Цементно-піщана стяжка, $\delta = 0,05$ м, $\rho = 20$ кН/м^3	1,00	1,30	1,300
Утеплювач із керамзитобетону, $\delta = 0,15$ м, $\rho = 9$ кН/м^3	1,35	1,20	1,620
Збірна залізобетонна ребриста плита покриття	3,00	1,10	3,300
Разом постійні навантаження, g_1			6,364
Тимчасові навантаження, V			
Снігове навантаження короткочасне	1,60	1,14	1,824
Разом тимчасові навантаження, V_1			1,824
Повне розрахункове навантаження від покриття, $q_1 = g_1 + V_1$			8,188

Розрахункове навантаження від кожного шару покриття визначається

множенням характеристичного навантаження на коефіцієнт надійності за навантаженням $q_{розр} = q_{хар} \times \gamma_f$.

Сума постійних навантажень від покриття становить:

$$g_1 = 0,144 + 1,300 + 1,620 + 3,300 = 6,364 \text{ кН/м}^2.$$

Розрахункове снігове навантаження дорівнює:

$$V_1 = 1,60 \times 1,14 = 1,824 \text{ кН/м}^2.$$

Повне розрахункове навантаження від покриття:

$$q_1 = g_1 + V_1 = 6,364 + 1,824 = 8,188 \text{ кН/м}^2.$$

2.2.2 Розрахунки ребристої плити покриття

Розрахункова схема й розрахунковий перетин плити

Плита працює як однопрогонова вільно обперта балка. Розрахунковий проліт плити дорівнює відстані між серединами опор. Відстань між осями суміжних стін рівно 6000 мм. Товщина внутрішньої стіни 380 мм, зовнішньої – 510 мм.

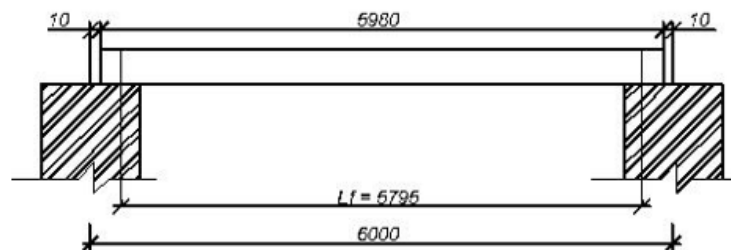


Рисунок 2.5 – Розрахункова схема плити

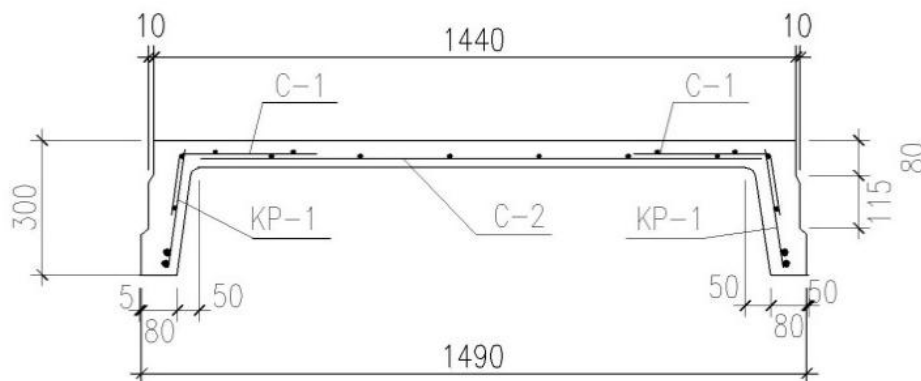


Рисунок 2.6 – Схема перетину ребристої плити

Розрахунковий проліт плити визначається за формулою:

$$l_0 = 5980 - (190 + 180) / 2 = 5795 \text{ мм} = 5,795 \text{ м}$$

де 5980 мм — відстань між гранями опор; 190 мм і 180 мм — величини опирання плити на суміжні стіни.

Для розрахункового перерізу плити приймаються такі геометричні характеристики:

$$b'f = 149 \text{ см}; h'f = 5 \text{ см}; b = ((90 + 100) / 2) \times 2 = 190 \text{ мм} = 19 \text{ см}; a = 4 \text{ см}; h_0 = h - a = 30 - 4 = 26 \text{ см},$$

де $b'f$ — ширина полиці розрахункового перерізу; $h'f$ — товщина полиці; b — приведена ширина ребра; a — захисний шар бетону до центра робочої арматури; h_0 — робоча висота перерізу плити.

Статичний розрахунок плити

Рівномірно розподілене навантаження на ребристу плиту приймаємо з урахуванням ширини плити 1,5 м:

$$q_{пл} = q_1 \times b_{пл} = 8,188 \times 1,5 = 12,282 \text{ кН/м} \approx 12,3 \text{ кН/м}.$$

де $q_1 = 8,188 \text{ кН/м}^2$ — розрахункове навантаження від покриття; $b_{пл} = 1,5 \text{ м}$ — ширина плити.

Плита розглядається як однопрогонова вільно обперта балка. Розрахунковий проліт плити приймається $l_0 = 5,795 \text{ м}$. Максимальний згинальний момент у прольоті визначається за формулою:

$$M = q_{пл} \times l_0^2 / 8 = 12,3 \times 5,795^2 / 8 = 51,6 \text{ кН м}.$$

Поперечна сила на опорі визначається за формулою:

$$Q = q_{пл} \times l_0 / 2 = 12,3 \times 5,795 / 2 = 35,6 \text{ кН}.$$

Розрахунки міцності нормального перетину

Визначаємо розрахунковий випадок роботи перерізу, тобто положення нейтральної осі. Для цього перевіряємо умову проходження нейтральної осі в межах стиснутої полиці ребристої плити.

Момент, який сприймається стиснутою полицею, визначається за формулою:

$$M_f = R_b \times \gamma_b \times b' \times h' \times (h_0 - 0,5h') = 1,45 \times 0,9 \times 136 \times 5 \times (31 - 0,5 \times 5) = 25291 \text{ кН см}$$

Оскільки $M_f = 25291 \text{ кН см} > M = 6927 \text{ кН см}$, нейтральна вісь проходить у межах висоти полиці. Тому подальший розрахунок виконуємо як для прямокутного перерізу з розрахунковою шириною $b' = 136 \text{ см}$.

Визначаємо коефіцієнт α_m :

$$\alpha_m = M / (R_b \times \gamma_b \times b' \times h_0^2) = 6927 / (1,45 \times 0,9 \times 136 \times 31^2) = 0,040$$

Перевіряємо умову $\alpha_m = 0,040 < \alpha_R = 0,416$.

Умова виконується, отже, переріз працює в допустимій області, а руйнування має нормальний характер із достатньою пластичністю арматури.

За таблицею для значення $\alpha_m = 0,040$ приймаємо коефіцієнт $\zeta = 0,979$.

Необхідна площа робочої арматури визначається за формулою $A_s = M / (R_s \times \zeta \times h_0) = 6927 / (37,5 \times 0,979 \times 31) = 6,09 \text{ см}^2$.

За сортаментом арматури приймаємо $2\text{Ø}18 \text{ A400C}$, $A_s = 6,28 \text{ см}^2$.

Оскільки $A_{s, \text{пр}} = 6,28 \text{ см}^2 > A_{s, \text{потр}} = 6,09 \text{ см}^2$, прийнята площа робочої арматури є достатньою.

Робочу арматуру розміщуємо в ребрах плити: у кожному ребрі передбачається по одному стрижню $\text{Ø}18 \text{ A400C}$.

Розрахунки міцності похилих перетинів

Перевірку міцності похилих перерізів ребристої плити виконуємо за дією поперечної сили. Рівномірно розподілене навантаження на плиту приймаємо $q_{\text{пл}} = 15,14 \text{ кН/м} = 0,152 \text{ кН/см}$.

Поперечну арматуру приймаємо конструктивно з умов зварювання. Діаметр поперечних стрижнів приймаємо $d_{sw} = 5 \text{ мм}$.

Кількість каркасів у плиті — 2 шт. Тоді площа поперечної арматури становить $A_{sw} = 2 \times 0,196 = 0,392 \text{ см}^2$.

Розрахунковий опір поперечної арматури приймаємо $R_{sw} = 260 \text{ МПа} = 26 \text{ кН/см}^2$.

Крок поперечних стрижнів на приопорній ділянці приймаємо з умови:

$$S \leq h / 2 = 35 / 2 = 17,5 \text{ см. Приймаємо } S = 15 \text{ см.}$$

За довідковими таблицями приймаємо такі розрахункові характеристики матеріалів $E_s = 17 \times 10^4$ МПа; $E_b = 30 \times 10^3$ МПа; $\phi_b1 = 1 - 0,1R_b = 1 - 0,1 \times 1,45 = 0,855$; $\phi_b2 = 2,0$; $\phi_b3 = 0,6$.

Визначаємо інтенсивність зусилля, яке сприймається поперечною арматурою $q_{sw} = A_{sw} \times R_{sw} / S = 0,392 \times 26 / 15 = 0,679$ кН/см.

Визначаємо коефіцієнт, що враховує вплив стиснутих полиць таврового перерізу $\phi_f = 0,75 \times (3h'f \times h'f) / (b \times h_0) = 0,75 \times (3 \times 5 \times 5) / (19 \times 31) = 0,096 < 0,5$.

Умова обмеження виконується, тому приймаємо $\phi_f = 0,096$.

Перевіряємо умову достатньої інтенсивності поперечного армування:

$$q_{sw} \geq \phi_b3 \times (1 + \phi_f) \times R_{bt} \times \gamma_{b2} \times b / 2$$

Підставляємо значення $0,6 \times (1 + 0,096) \times 0,105 \times 0,9 \times 19 / 2 = 0,59$ кН/см.

Порівнюємо $0,59$ кН/см $< q_{sw} = 0,679$ кН/см. Умова виконується.

Далі перевіряємо умову міцності похилого перерізу за стиснутою бетонною смугою $Q \leq 0,3 \times \phi_b1 \times \phi_{w1} \times R_b \times \gamma_{b2} \times b \times h_0$.

Коефіцієнт приведення модулів пружності $\alpha = E_s / E_b = 17 \times 10^4 / 30 \times 10^3 = 5,67$. Коефіцієнт поперечного армування $\mu_w = A_{sw} / (b \times S) = 0,392 / (19 \times 15) = 0,00137$.

Визначаємо коефіцієнт $\phi_{w1} = 1 + 5 \times \alpha \times \mu_w = 1 + 5 \times 5,67 \times 0,00137 = 1,039$.

Перевіряємо умову $Q = 45,8$ кН $< 0,3 \times 1,039 \times 0,855 \times 1,45 \times 0,9 \times 19 \times 31 = 204,8$ кН. Умова виконується.

Перевіряємо несучу здатність бетону похилого перерізу без урахування поперечної арматури $Q < Q_b$.

Мінімальне значення поперечної сили, що сприймається бетоном, визначається за формулою:

$$Q_{b,min} = \phi_b3 \times (1 + \phi_f + \phi_n) \times R_{bt} \times \gamma_{b2} \times b \times h_0$$

Оскільки поздовжня сила відсутня, приймаємо $\phi_n = 0$.

Тоді $Q_{b,min} = 0,6 \times (1 + 0,096) \times 0,105 \times 0,9 \times 19 \times 31 = 36,6$ кН.

Визначаємо довжину проєкції небезпечного похилого перерізу:

$$c = \sqrt{[\phi b^2 \times (1 + \phi f) \times R_{bt} \times \gamma b^2 \times b \times h_0^2 / q]} = \sqrt{[2,0 \times (1 + 0,096) \times 0,105 \times 0,9 \times 19 \times 31^2 / 0,152]} = 157,7 \text{ см.}$$

Визначаємо поперечну силу, що сприймається бетоном:

$$Q_{b1} = \phi b^2 \times (1 + \phi f) \times R_{bt} \times \gamma b^2 \times b \times h_0^2 / c = 2,0 \times (1 + 0,096) \times 0,105 \times 0,9 \times 19 \times 31^2 / 157,7 = 23,98 \text{ кН.}$$

Оскільки мінімальне значення більше, приймаємо $Q_b = 36,6 \text{ кН}$.
Порівнюємо $Q_b = 36,6 \text{ кН} < Q = 45,8 \text{ кН}$. Отже, несучої здатності бетону недостатньо, тому необхідно врахувати роботу поперечної арматури.

Поперечна сила, що сприймається хомутами, визначається за формулою $Q_{sw} = q_{sw} \times c_0$.

$$\text{Спочатку визначаємо значення } c_0 = \sqrt{[\phi b^2 \times (1 + \phi f) \times R_{bt} \times \gamma b^2 \times b \times h_0^2 / q_{sw}]} = \sqrt{[2,0 \times (1 + 0,096) \times 0,105 \times 0,9 \times 19 \times 31^2 / 0,679]} = 74,6 \text{ см.}$$

Оскільки $c_0 = 74,6 \text{ см} > 2h_0 = 2 \times 31 = 62 \text{ см}$, приймаємо $c_0 = 62 \text{ см}$.

Тоді поперечна сила, що сприймається хомутами, дорівнює $Q_{sw} = 0,679 \times 62 = 42,0 \text{ кН}$.

Перевіряємо міцність похилого перерізу $Q \leq Q_b + Q_{sw} = 45,8 \text{ кН} < Q_b + Q_{sw} = 36,6 + 42,0 = 78,6 \text{ кН}$.

Умова виконується.

2.2.3 Розрахунки круглопустотної плити перекриття

Розрахунки плити перекриття

Розрахунок рядової плити перекриття виконується за першою групою граничних станів, тобто за міцністю. До розрахунку приймається збірна залізобетонна круглопустотна плита розміром $5980 \times 1190 \times 220 \text{ мм}$ із шістьма круглими порожнинами.

Розрахункова схема та розрахунковий переріз плити

Плита перекриття працює як однопрогонова вільно обперта балка.

Розрахунковий проліт приймається як відстань між центрами опорних ділянок. Відстань між осями суміжних несучих стін становить 6000 мм. Товщина внутрішньої стіни прийнята 380 мм, зовнішньої — 510 мм.

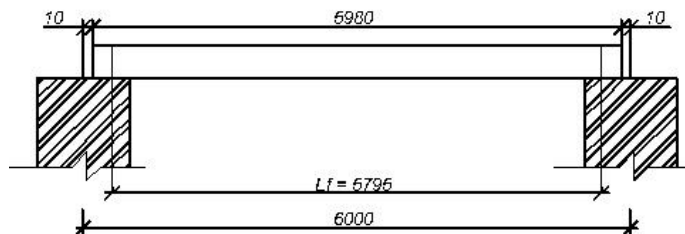


Рисунок 2.7 – Розрахункова схема плити

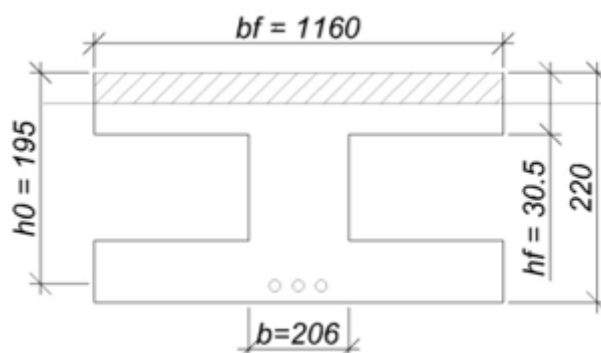


Рисунок 2.8 – Розрахунковий перетин круглопустотної плити

Величини опирання плити на стіни приймаємо відповідно 190 мм та 180 мм. Тоді розрахунковий проліт плити визначається за формулою:

$$l_0 = 5980 - (190 + 180) / 2 = 5795 \text{ мм} = 5,795 \text{ м.}$$

Отже, для подальшого розрахунку приймаємо розрахунковий проліт плити $l_0 = 5,795 \text{ м.}$

Розрахунковий переріз круглопустотної плити при визначенні міцності можна розглядати як тавровий переріз висотою $h = 220 \text{ мм.}$ Товщина стиснутої полиці приймається $h'f = 30,5 \text{ мм.}$

Ширина верхньої полиці таврового перерізу визначається з урахуванням бічних підрізувань — шпонок довжиною по 15 мм з кожного боку плити $b'f = 1190 - 2 \times 15 = 1160 \text{ мм} = 11,60 \text{ см.}$

Ширина ребра розрахункового перерізу приймається як сумарна ширина

всіх бетонних ребер між круглими порожнинами. При наявності шести порожнин діаметром 159 мм ширина ребра визначається за формулою:

$$b = 1190 - 2 \times 15 - 159 \times 6 = 206 \text{ мм.}$$

Робоча висота перерізу визначається з урахуванням захисного шару бетону та положення центра робочої арматури:

$h_0 = h - h_{з.с} - d / 2 = 220 - 15 - 10 = 195 \text{ мм}$, де $h = 220 \text{ мм}$ — повна висота плити; $h_{з.с} = 15 \text{ мм}$ — товщина захисного шару бетону; $d / 2 = 10 \text{ мм}$ — відстань до центра робочої арматури.

Визначення навантажень і зусиль, що діють на плиту перекриття

Розрахунок виконується для рядової збірної залізобетонної круглопустотної плити перекриття. Номінальна ширина плити становить $B_n = 1200 \text{ мм} = 1,2 \text{ м}$. Підрахунок навантажень на 1 м^2 перекриття наведено в таблиці.

Таблиця 2.14— Збір навантажень на плиту перекриття

Вид навантаження	Підрахунок навантаження	Нормативне навантаження, Н/м ²	Коефіцієнт надійності γ_f	Розрахункове навантаження, Н/м ²
1. Постійні навантаження				
Лінолеум	$0,006 \times 10000$	66	1,2	79,2
Мастика	$0,001 \times 1000$	1,0	1,2	1,2
Цементна стяжка	$0,04 \times 20000$	800	1,3	1040
Утеплювач із керамзитобетону	$0,06 \times 9000$	540	1,2	648
Ізоляційний папір	$0,001 \times 6000$	6	1,2	7,2
Збірна залізобетонна плита	—	3000	1,1	3300
Разом постійні навантаження	—	4333	—	5070
2. Тимчасові навантаження				
Корисне навантаження	—	1500	1,3	1950

Разом тимчасові навантаження	—	1500	—	1950
Повне навантаження	—	5833	—	7020

Повне розрахункове навантаження на 1 м² перекриття становить $q = 7020 \text{ Н/м}^2 = 7,02 \text{ кН/м}^2$.

Оскільки плита має номінальну ширину 1,2 м, розрахункове навантаження на 1 погонний метр довжини плити визначається за формулою $q_{пл} = q \times B_n = 8,424 \text{ кН/м}$.

За розрахунковою схемою плита працює як однопрогонова вільно обперта балка. Максимальний згинальний момент у прольоті та поперечна сила на опорі визначаються за формулами: $M = q_{пл} \times l_0^2 / 8$, $Q = q_{пл} \times l_0 / 2$, де l_0 — розрахунковий проліт плити, м.

Для прийнятого раніше розрахункового прольоту $l_0 = 5,795 \text{ м}$, згинальний момент становить:

$$M = 8,424 \times 5,795^2 / 8 = 35,35 \text{ кН м.}$$

Поперечна сила на опорі:

$$Q = 8,424 \times 5,795 / 2 = 24,40 \text{ кН.}$$

Статичний розрахунок плити

Розрахунок плити перекриття за міцністю виконуємо за розрахунковими навантаженнями.

Розрахункове рівномірно розподілене навантаження на 1 м довжини плити становить $q = 8424 \text{ Н/м} = 8,424 \text{ кН/м}$.

Розрахунковий проліт плити $l_0 = 5,795 \text{ м}$. Максимальний згинальний момент у середині прольоту визначаємо за формулою $M = q \times l_0^2 / 8 = 8424 \times 5,795^2 / 8 = 35,36 \text{ кН м}$.

Поперечну силу на опорі визначаємо за формулою:

$$Q = q \times l_0 / 2 = 24,41 \text{ кН.}$$

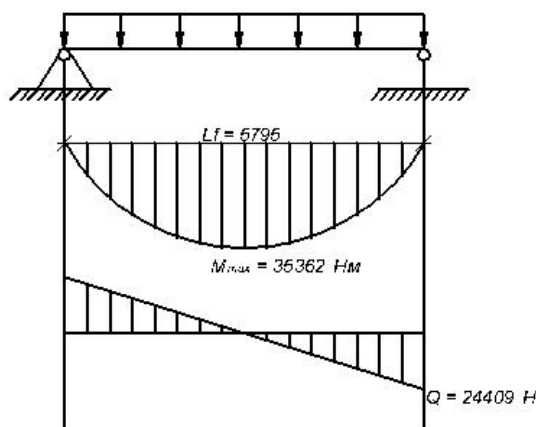


Рисунок 2.9 – Розрахункова схема плити

Розрахункові характеристики матеріалів

Для подальшого розрахунку міцності нормальних і похилих перерізів приймаємо такі розрахункові характеристики матеріалів:

Для арматури класу А-III / А400С діаметром Ø10–40 мм:

- розрахунковий опір розтягуванню: $R_s = 355$ МПа;
- розрахунковий опір поперечної арматури: $R_{sw} = 290$ МПа.

Для арматурного дроту класу Вр-I діаметром Ø4 мм:

- розрахунковий опір розтягуванню: $R_s = 370$ МПа;
- розрахунковий опір поперечної арматури: $R_{sw} = 265$ МПа.

Для бетону класу В20:

- розрахунковий опір бетону стиску: $R_b = 11,5$ МПа;
- розрахунковий опір бетону розтягу: $R_{bt} = 0,90$ МПа.

Розрахунок міцності нормального перерізу плити перекриття

Розрахунковий переріз круглопустотної плити приймаємо тавровим.

$$M_f = R_b \times \gamma_{b2} \times b'f \times h'f \times (h_0 - 0,5h'f) = 1,15 \times 0,9 \times 116 \times 3,05 \times (19,5 - 0,5 \times 3,05) = 6582 \text{ кН см}.$$

де $R_b = 1,15 \text{ кН/см}^2$ — розрахунковий опір бетону стиску для бетону класу В20; $\gamma_{b2} = 0,9$ — коефіцієнт умов роботи бетону; $b'f = 116 \text{ см}$ — ширина стиснутої полиці; $h'f = 3,05 \text{ см}$ — товщина стиснутої полиці; $h_0 = 19,5 \text{ см}$ —

робоча висота перерізу.

Розрахунковий згинальний момент від зовнішнього навантаження становить $M = 35,36 \text{ кН м} = 3536 \text{ кН см}$.

Оскільки $M_f = 6582 \text{ кН см} > M = 3536 \text{ кН см}$, нейтральна вісь проходить у межах стиснутої полиці.

Визначаємо коефіцієнт $\alpha_m = M / (R_b \times \gamma_b \times b' \times h_0^2) = 3536 / (1,15 \times 0,9 \times 116 \times 19,5^2) = 0,077$.

За таблицями для значення $\alpha_m = 0,077$ приймаємо $\zeta = 0,96$.

Необхідна площа робочої арматури визначається за формулою $A_s = M / (R_s \times \zeta \times h_0)$, де $R_s = 36,5 \text{ кН/см}^2$ — розрахунковий опір арматури класу А-III / А400С.

$$A_s = 3536 / (36,5 \times 0,96 \times 19,5) = 5,18 \text{ см}^2.$$

Кількість робочих стрижнів приймається за кількістю ребер плити. У плиті з шістьма круглими порожнинами утворюється сім ребер, тому робочу арматуру доцільно розташовувати по одному стрижню в кожному ребрі.

$$7\varnothing 10 \text{ А-III / А400С}, A_s = 5,50 \text{ см}^2.$$

$$\text{Перевірка } A_{s, \text{пр}} = 5,50 \text{ см}^2 > A_{s, \text{потр}} = 5,18 \text{ см}^2.$$

Отже, прийнята площа поздовжньої робочої арматури є достатньою.

Перевірка міцності похилих перерізів за поперечною силою

Перевірку похилих перерізів виконуємо за дією поперечної сили. Розрахункова поперечна сила на опорі становить $Q = 24,41 \text{ кН}$.

Спочатку перевіряємо несучу здатність бетону без урахування поперечної арматури:

$$Q_b = \phi_b \times R_{bt} \times b \times h_0 = 0,6 \times 90 \times 20,6 \times 19,5 = 21,69 \text{ кН},$$

де $\phi_b = 0,6$ — коефіцієнт для важкого бетону; $R_{bt} = 0,9 \text{ МПа} = 90 \text{ Н/см}^2$ — розрахунковий опір бетону розтягу; $b = 20,6 \text{ см}$ — розрахункова ширина ребер; $h_0 = 19,5 \text{ см}$ — робоча висота перерізу.

$$\text{Порівнюємо } Q_b = 21,69 \text{ кН} < Q = 24,41 \text{ кН}.$$

Отже, несучої здатності бетону недостатньо, тому необхідно врахувати поперечну арматуру.

У плиті передбачено 7 ребер і 6 круглих порожнин. Вертикальні каркаси встановлюються конструктивно через три отвори. Приймаємо три вертикальні каркаси з арматурного дроту класу Вр-I Ø4 мм.

Площа одного стрижня Ø4 мм $f_w = 0,126 \text{ см}^2$. Кількість каркасів $n = 3$. Крок поперечних стрижнів приймаємо $S = 10 \text{ см}$. Розрахунковий опір поперечної арматури $R_{sw} = 26,5 \text{ кН/см}^2$.

Інтенсивність зусиль, що сприймаються поперечною арматурою, визначається за формулою:

$$q_{sw} = R_{sw} \times n \times f_w / S = 26,5 \times 3 \times 0,126 / 10 = 1,00 \text{ кН/см}.$$

Визначаємо коефіцієнт, що враховує вплив стиснутої полиці таврового перерізу:

$$\varphi_f = 0,75 \times (b'f - b) \times h'f / (b \times h_0) = 0,54.$$

Оскільки за нормами значення φ_f приймається не більше 0,5, приймаємо $\varphi_f = 0,5$. Для елемента без попереднього напруження $\varphi_n = 0$. Тоді $1 + \varphi_f + \varphi_n = 1 + 0,5 + 0 = 1,5$.

Визначаємо довжину проєкції небезпечного похилого перерізу:

$$c_0 = \sqrt{[\varphi_{b2} \times (1 + \varphi_f + \varphi_n) \times R_{bt} \times b \times h_0^2 / q_{sw}]} = \sqrt{[2,0 \times 1,5 \times 0,081 \times 20,6 \times 19,5^2 / 1,00]} = 43,6 \text{ см},$$

де $\varphi_{b2} = 2,0$ — коефіцієнт для важкого бетону.

Оскільки:

$$c_0 = 43,6 \text{ см} > 2h_0 = 2 \times 19,5 = 39 \text{ см},$$

Поперечна сила, що сприймається хомутами:

$$Q_{sw} = q_{sw} \times c_0 = 39,0 \text{ кН}.$$

Загальна несуча здатність похилого перерізу з урахуванням бетону та поперечної арматури

$$Q_b + Q_{sw} = 21,69 + 39,0 = 60,69 \text{ кН}.$$

Перевіряємо умову міцності похилого перерізу:

$$Q \leq Q_b + Q_{sw}, 24,41 \text{ кН} < 60,69 \text{ кН}. \text{ Умова виконується.}$$

2.2.4 Розрахунки сходового маршу та майданчика

Необхідно розрахувати залізобетонний сходовий марш шириною $a = 1,05$ м для житлового будинку. Кількість середніх сходинок у марші — 8 шт., розмір сходинок — 150×300 мм.

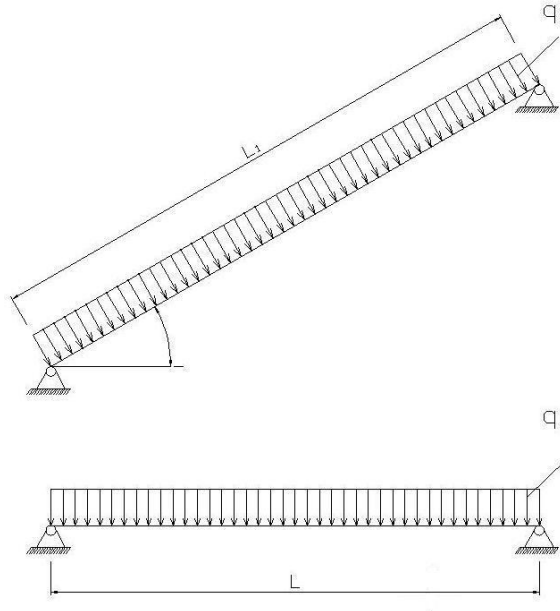


Рисунок 2.10 – Розрахункова схема сходинокowego маршу

Висота поверху становить $H = ((8 \times 0,15) + (2 \times 0,15)) \times 2 = 3,0$ м.

Для розрахунку приймаємо бетон класу В20 та арматуру класу А400С для зварних каркасів. Для сіток використовується арматурний дріт Вр-І.

Власна маса типового сходового маршу приймається $q_n = 3,6$ кН/м².

Тимчасове нормативне навантаження для сходів житлового будинку $p_n = 3,7$ кН/м².

Розрахункове навантаження на 1 м довжини маршу $q = (3,6 \times 1,1 + 3,7 \times 1,3) \times 1,05 = 11,4$ кН/м.

Горизонтальна проєкція маршу $L = 8 \times 0,30 + 0,25 + 0,19 = 2,84$ м.

Довжина маршу з урахуванням кута нахилу $L_1 = 2,84 / 0,866 = 3,27$ м.

Сходовий марш розглядається як однопрогонова вільно обперта балка.

Максимальний згинальний момент:

$$M = q \times L^2 / 8 = 11,4 \times 2,84^2 / 8 = 11,49 \text{ кН м.}$$

Поперечна сила на опорі:

$$Q = q \times L / 2 = 11,4 \times 2,84 / 2 = 16,19 \text{ кН.}$$

Переріз сходового маршу приймається тавровим. Висота ребер — $h = 170$ мм, товщина ребра — $b_r = 80$ мм, товщина плити між сходами — $h'f = 30$ мм.

Розрахункова ширина двох ребер $b = 2 \times 80 = 160$ мм = 16 см.

Розрахункова ширина полиці $b'f = 12h'f + b = 12 \times 3 + 16 = 52$ см.

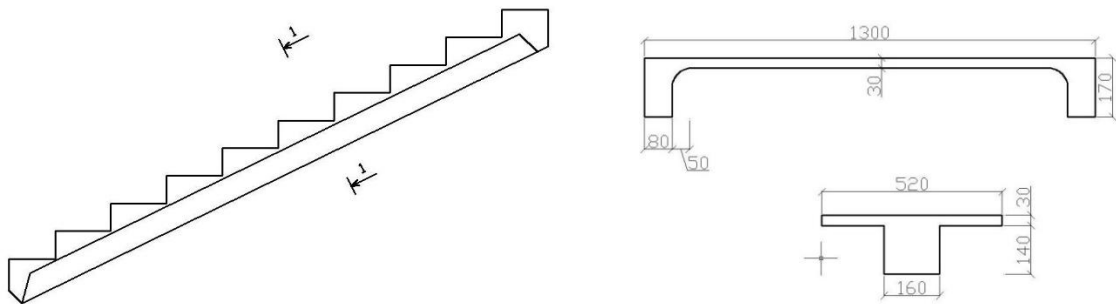


Рисунок 2.11 – Конструктивна схема сходового маршу

Робоча висота перерізу $h_0 = 17 - 2,5 = 14,5$ см.

Перевірка показала, що нейтральна вісь проходить у межах стиснутої полиці, тому розрахунок виконується як для прямокутного перерізу шириною $b'f = 52$ см.

Коефіцієнт $A_0 = 0,112$.

За таблицею приймаємо $\eta = 0,94$; $\xi = 0,12$.

Необхідна площа робочої арматури $F_a = 1\,149\,000 / (0,94 \times 14,5 \times 270 \times 100) = 3,12 \text{ см}^2$.

Приймаємо поздовжнє армування $2\text{Ø}14 \text{ A400C}$, $F_a = 3,08 \text{ см}^2$.

Відхилення близько 2 % є допустимим. У кожному ребрі встановлюється по одному плоскому каркасу.

Перевірка похилого перерізу показала, що несучої здатності бетону без поперечної арматури недостатньо, тому на приопорних ділянках передбачаються поперечні стрижні $2\text{Ø}6 \text{ A400C}$ з кроком 80 мм.

У середній частині ребер поперечна арматура встановлюється конструктивно з кроком 200 мм.

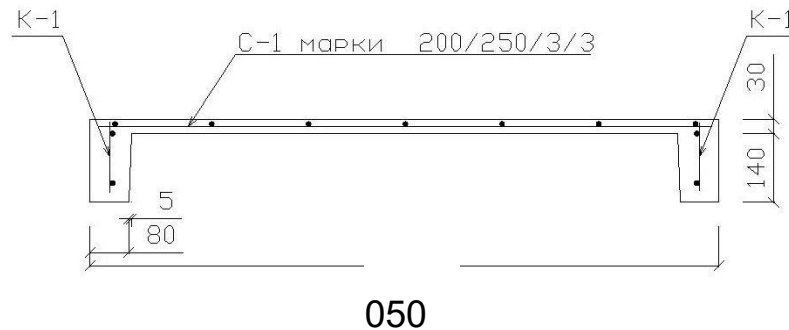


Рисунок 2.12 – Конструктивна схема сходиноквого майданчику

Поперечна сила, що сприймається бетоном і поперечними стрижнями:

$$Q_{xb} = 26,2 \text{ кН} > Q = 16,19 \text{ кН}.$$

Міцність сходового маршу за похилим перерізом забезпечена.

2.2.5 Розрахунок залізобетонної майданчикової плити

Для сходової клітки житлового будинку розраховується залізобетонна майданчикова плита. Ширина плити приймається $a = 1,5$ м, товщина полиці плити — $h'f = 60$ мм. За прийнятою схемою майданчикова плита спирається з одного боку на цегляну стіну, а з іншого — на металеву балку монолітної ділянки перекриття. Відстань між опорами становить 3,0 м.

Тимчасове нормативне навантаження на сходові майданчики приймається $p_n = 3,0$ кН/м². Коефіцієнт надійності за тимчасовим навантаженням $\gamma_f = 1,3$.

Для розрахунку приймається бетон класу В20 з такими характеристиками:

$$R_b = 11 \text{ МПа}; R_{bt} = 0,88 \text{ МПа}; E_b = 26500 \text{ МПа}.$$

Для зварних каркасів приймається арматура класу А400С, для зварних сіток — дріт класу Вр-I.

Визначення навантажень

Нормативна власна вага плити при товщині $h'f = 60$ мм становить $g_n = 0,06$

$\times 25000 = 1500 \text{ Н/м}^2$. Розрахункова власна вага плити $g = 1500 \times 1,1 = 1650 \text{ Н/м}^2$.

Розрахункова вага лобового ребра, без урахування ваги плити, визначається за формулою:

$$q = (0,29 \times 0,11 + 0,07 \times 0,07) \times 1 \times 25000 \times 1,1 \approx 1,0 \text{ кН/м.}$$

Розрахункова вага крайнього пристінного ребра $q = 0,14 \times 0,09 \times 1 \times 25000 \times 1,1 = 350 \text{ Н/м.}$

Тимчасове розрахункове навантаження $p = 3,0 \times 1,3 = 3,9 \text{ кН/м}^2$.

Під час розрахунку майданчикової плити окремо розглядаються: полиця плити, лобове ребро, на яке спираються сходові марші, та пристінне ребро, що сприймає навантаження від половини прольоту полиці.

Розрахунок полиці плити

Полиця майданчикової плити за відсутності поперечних ребер розраховується як балковий елемент із частковим защемленням на опорах.

Розрахунковий проліт полиці приймається як відстань між ребрами $l = 1050 - 120 - 100 = 830 \text{ мм} = 0,83 \text{ м.}$

Повне розрахункове навантаження на полицю $q = g + p = 1650 + 3900 = 5550 \text{ Н/м}^2$.

З урахуванням утворення пластичного шарніра згинальний момент у прольоті та на опорі визначається за формулою:

$$M_{оп} = M_{пр} = ql^2 / 16 = 5550 \times 0,83^2 / 16 = 239 \text{ Н м.}$$

Для розрахунку приймаємо смугу шириною $b = 100 \text{ см.}$ Робоча висота перерізу $h_0 = h - a = 6 - 2 = 4 \text{ см.}$

$$\text{Коефіцієнт } A_0 = M / (R_b \times \gamma_b l \times b \times h_0^2).$$

Після підстановки значень отримуємо, що необхідна площа арматури є незначною, тому армування полиці приймається конструктивно.

Приймаємо зварну сітку

С-1 марки 200/250/3/3, $F_a = 0,28 \text{ см}^2$ на 1 пог. м

з відгином сітки на опорах.

Розрахунок лобового ребра

На лобове ребро діють такі навантаження:

- рівномірно розподілене навантаження від половини прольоту полиці плити та власної ваги ребра;
- навантаження від опорної реакції сходових маршів, яке прикладається до виступу лобового ребра та викликає його кручення.

Рівномірно розподілене навантаження на лобове ребро приймається $q = 4607 \text{ Н/м}$. Навантаження від опорної реакції сходового маршу $q_1 = 12452 \text{ Н/м}$.

Крутний момент від навантаження на 1 погонний метр ребра:

$$M_{кр} = q_1 \times (10 + 7) / 2 = 12452 \times 8,5 = 105842 \text{ Н см} = 1058 \text{ Н м}.$$

Розрахунковий згинальний момент у середині прольоту ребра:

$$M = ((q + q_1) \times 10^2) / 8 = 22109 \text{ Н м}.$$

Розрахункова поперечна сила:

$$Q = ((q + q_1) \times 10) / 2 = 27465 \text{ Н}.$$

Розрахунковий переріз лобового ребра приймається тавровим із полицею у стиснутій зоні. Ширина полиці $b'f = 6h'f + b_p = 6 \times 6 + 12 = 48 \text{ см}$.

Оскільки ребро монолітно зв'язане з полицею плити, розрахунок виконується з урахуванням спільної роботи елементів.

Перевіряємо положення нейтральної осі:

$$M = 2\,210\,900 \text{ Н см} < R_b \times \gamma_{b1} \times b'f \times h'f \times (h_0 - 0,5h'f).$$

$$\text{Після підстановки } 2\,210\,900 \text{ Н см} < 7\,674\,480 \text{ Н см}.$$

Умова виконується.

Коефіцієнт $A_0 = 0,55$. За таблицею приймаємо $\eta = 0,53$; $\zeta = 0,94$. Необхідна площа поздовжньої арматури $F_a = M / (\eta \times h_0 \times R_s) = 0,94 \text{ см}^2$. З конструктивних міркувань приймаємо 2Ø10 A400C, $F_a = 2,35 \text{ см}^2$.

Відсоток армування:

$$\mu = F_a / (b \times h_0) \times 100 = 2,35 / (12 \times 31,5) \times 100 = 1,06 \text{ \%}.$$

Перевірка похилого перерізу лобового ребра

Розрахункова поперечна сила $Q = 27465 \text{ Н}$.

Перевіряємо достатність розмірів перерізу ребра $Q \leq 0,35 \times R_b \times \gamma_{b1} \times b \times$

h_0 .

Підставляємо значення $27465 \text{ Н} < 123700 \text{ Н}$.

Умова виконується, отже прийняті розміри перерізу ребра достатні.

Перевіряємо необхідність розрахункового поперечного армування:

$$Q \leq k_1 \times R_{bt} \times \gamma_{b1} \times b \times h_0, 27465 \text{ Н} < 92781 \text{ Н}.$$

Умова виконується.

3. Технологія та організація будівельного виробництва

3.1 Технологічна карта на влаштування рулонної покрівлі

Технологічна карта розроблена для виконання робіт із влаштування м'якої рулонної покрівлі з наплавлених бітумно-полімерних матеріалів. Такі покрівельні матеріали застосовуються для влаштування одношарових, двошарових або багатошарових покрівельних килимів на плоских і малопохилених дахах житлових, громадських та виробничих будівель.

Наплавлені рулонні матеріали виготовляються на основі скловолокна, поліестеру або спеціального покрівельного картону. Зовнішня поверхня матеріалу має захисний бітумно-полімерний шар, а нижня — наплавлений шар бітумної мастики, який під час нагрівання забезпечує надійне приклеювання до основи. Завдяки цьому рулонні матеріали можуть укладатися без використання додаткових приклеювальних мастик.

Основою під рулонну покрівлю можуть бути залізобетонні плити покриття, цементно-піщані або бетонні стяжки, а також поверхня теплоізоляційного шару за умови її достатньої міцності, рівності та підготовленості. Тип рулонного матеріалу, кількість шарів покрівельного килима та спосіб їх укладання приймаються відповідно до проектних рішень.

До складу робіт з влаштування рулонної покрівлі входять такі основні процеси: підготовка поверхні основи; влаштування пароізоляційного шару; укладання теплоізоляції; влаштування вирівнювальної стяжки; ґрунтування

основи праймером; наплавлення рулонного покрівельного матеріалу; улаштування примикань до парапетів, вентиляційних шахт, труб та інших виступаючих елементів; монтаж водоприймальних лійок і забезпечення організованого водовідведення; контроль якості виконаних робіт.

Перед початком покрівельних робіт основу необхідно очистити від пилу, сміття, залишків розчину, масляних плям та інших забруднень, які можуть знизити якість зчеплення рулонного матеріалу з поверхнею. Нерівності, тріщини та раковини в основі усуваються шляхом ремонту цементно-піщаним розчином або іншими матеріалами, передбаченими проєктом. Основа повинна бути сухою, міцною та рівною.

Пароізоляційний шар улаштовується для запобігання проникненню водяної пари з внутрішніх приміщень у товщу покрівельної конструкції. Після цього виконується укладання теплоізоляційного шару з дотриманням щільного прилягання плит одна до одної. Теплоізоляція повинна забезпечувати нормативні теплотехнічні показники покриття та не мати відкритих щілин між окремими елементами.

Поверх теплоізоляції, за необхідності, виконується цементно-піщана стяжка, яка створює рівну та міцну основу під наплавленню покрівельний килим. Стяжка повинна мати необхідні ухили в напрямку водоприймальних лійок або інших елементів водовідведення. Після набору міцності поверхня стяжки ґрунтується бітумним праймером для покращення зчеплення з рулонним матеріалом.

Укладання наплавленого рулонного матеріалу здійснюється шляхом поступового розігрівання нижнього бітумного шару газовим пальником і приклеювання матеріалу до підготовленої основи. Рулони розкочують у напрямку ухилу покрівлі з дотриманням необхідних поздовжніх і поперечних нахлестів. Особливу увагу приділяють місцям примикань, стиків, кутів, парапетів, вентиляційних каналів і водоприймальних лійок, оскільки ці ділянки є найбільш відповідальними з погляду водонепроникності покрівлі.

Роботи з улаштування рулонної покрівлі виконуються відповідно до вимог чинних нормативних документів, зокрема: ДБН А.3.1-5:2016 «Організація будівельного виробництва»; ДБН В.2.6-220:2017 «Покриття будівель і споруд»; ДБН А.3.2-2-2009 «Охорона праці і промислова безпека у будівництві»; проектної документації та інструкцій виробників покрівельних матеріалів [10, 11].

Подача рулонних матеріалів, теплоізоляції, елементів водовідведення та іншого інвентарю на покрівлю виконується за допомогою будівельного крана типу Т-108 «Піонер-2» або іншого вантажопідіймального механізму, передбаченого проектом виконання робіт. Матеріали складаються на покрівлі рівномірно, без перевантаження окремих ділянок покриття [8].

Покрівельні роботи виконуються в одну зміну, у світлий час доби, за сприятливих погодних умов. Не допускається виконання робіт під час атмосферних опадів, сильного вітру, обмерзання основи або на вологій поверхні. Працівники повинні бути забезпечені засобами індивідуального захисту, спецодягом, запобіжними поясами, а місця виконання робіт — необхідними огороженнями та засобами пожежогасіння [2, 14].

3.2 Організація та технологія виконання робіт

До початку робіт із влаштування основи та покрівельного килима з наплавлених рулонних матеріалів необхідно виконати комплекс організаційно-підготовчих заходів. Передусім повинні бути завершені та прийняті роботи з монтажу несучих конструкцій покриття, улаштування парпетів, замоноличування стиків між збірними залізобетонними елементами, виконання деформаційних швів, встановлення закладних деталей і підготовки отворів для пропуску інженерних комунікацій.

Ділянки кам'яних конструкцій, до яких передбачається приклеювання покрівельного килима, мають бути оштукатурені на необхідну висоту. До початку робіт також оформлюється наряд-допуск на виконання робіт підвищеної

небезпеки, перевіряється справність інструменту, пристосувань, інвентарю, машин і механізмів. На робоче місце завчасно доставляють необхідні матеріали, а виконавців ознайомлюють із технологією виконання робіт, правилами охорони праці та пожежної безпеки.

Фронт покрівельних робіт у плані поділяють на захватки, а захватки — на окремі ділянки. Роботи на одній ділянці доцільно виконувати протягом однієї зміни, що забезпечує безперервність технологічного процесу та належну якість покрівельного покриття.

Влаштування покрівлі з наплавлених рулонних матеріалів виконується у такій технологічній послідовності:

- підготовка поверхні основи;
- улаштування пароізоляційного шару;
- укладання теплоізоляції;
- монтаж водоприймальних ліжок;
- улаштування цементно-піщаної стяжки;
- ґрунтування основи праймером;
- пошарове наплавлення рулонного покрівельного матеріалу;
- улаштування примикань до парапетів, стін, шахт, труб та інших виступаючих елементів;
- контроль якості виконаних робіт [14].

Підготовка основи включає очищення поверхні від будівельного сміття, пилу, залишків розчину, масляних плям та інших забруднень. Монтажні петлі, що виступають над поверхнею плит покриття, зрізають бензиновим або газовим різак. Дефектні ділянки основи, стики, відколи, раковини та нерівності розміром понад 5 мм вирівнюють цементно-піщаним розчином. Після укладання розчину його поверхню загладжують, а догляд за шаром виконують відповідно до нормативних вимог.

Знепилювання поверхні виконують щітками, промисловим пиłosосом або струменем стисненого повітря за 1–2 доби до ґрунтування. Вологі ділянки

основи перед подальшими роботами обов'язково просушують тепловим способом із застосуванням відповідного обладнання.

Грунтування залізобетонної основи здійснюють бітумною ґрунтовкою або праймером. На значних площах ґрунтувальний склад наносять механізованим способом із застосуванням компресора, нагнітального бака, шлангів і розпилювача. При невеликих обсягах робіт допускається нанесення праймера вручну за допомогою щіток або валиків. Ґрунтувальний шар повинен бути суцільним, рівномірним і без пропусків.

Пароізоляцію виконують для запобігання проникненню водяної пари з внутрішніх приміщень у теплоізоляційний шар. Пароізоляційний шар може бути фарбувальним або обклеювальним. Фарбувальну пароізоляцію виконують нанесенням бітумної або бітумно-полімерної мастики суцільним шаром товщиною близько 2 мм. Обклеювальна пароізоляція виконується з рулонного матеріалу з нахлестом полотнищ не менше 70 мм і проклеюванням стиків холодною бітумною мастикою. Розкладку полотнищ починають від знижених ділянок покрівлі та водоприймальних ліжок.

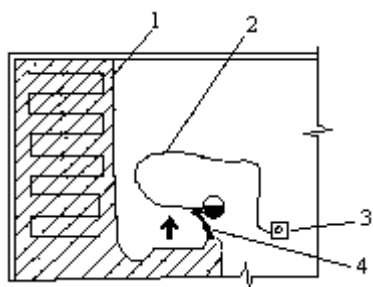


Рис.3.2а

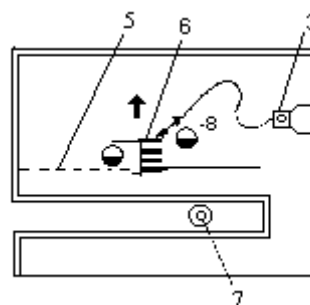


Рис.3.2б

Рисунок 3.1 – Схема організації робочого місця: а - при обладнанні фарбувальною пароізоляції; б - при обладнанні обклеювальною пароізоляцією

У місцях стиків між залізобетонними плитами, а також у зонах можливих деформацій, передбачають додаткові смуги рулонного матеріалу. Їх наклеюють на мастику з однієї сторони стику, що дозволяє компенсувати незначні переміщення конструкцій і запобігти пошкодженню пароізоляційного шару.

Теплоізоляційний шар улаштовують після завершення робіт з пароізоляції. У разі застосування мінераловатних плит їх укладають щільно одна до одної, без зазорів і зміщень. Плити можуть приклеюватися бітумною мастикою смугами або закріплюватися механічно за допомогою спеціальних пластмасових анкерів. Укладання виконують у напрямку від нижчих ділянок до вищих із забезпеченням необхідних ухилів до водоприймальних лійок.

Якщо проєктом передбачено створення ухилів за допомогою сипучого утеплювача, спочатку на парапети та маякові стовпчики виносять проєктні відмітки верху теплоізоляції. Після цього встановлюють маякові рейки з кроком 3–4 м, подають сипучий матеріал, розподіляють його смугами та ущільнюють до проєктної товщини. Поверх вирівняного шару укладають плитний утеплювач.

Цементно-піщану стяжку влаштовують по теплоізоляційному шару для створення міцної та рівної основи під рулонний покрівельний килим. Товщина стяжки приймається не менше 30 мм. Роботи виконують смугами по напрямних рейках або трубах, які встановлюють із кроком 1,5–2,0 м. Розчинну суміш укладають, розрівнюють правилом і загладжують. Спочатку заповнюють непарні смуги, а після тужавлення розчину — парні.

У стяжці передбачають деформаційні шви з кроком приблизно 4 м. У місцях примикання покрівельного килима до парапетів, стін, вентиляційних шахт і труб улаштовують викружки радіусом не менше 100 мм. Після набору міцності поверхню стяжки очищають і ґрунтують бітумним праймером.

Перед початком улаштування рулонного покрівельного килима перевіряють якість основи, дотримання проєктних ухилів, готовність примикань, наявність матеріалів, справність інструменту, машин і засобів пожежогасіння. Не допускається виконання робіт по вологій, забрудненій або недостатньо міцній основі.

Наплавлення рулонного матеріалу виконують від знижених ділянок покрівлі до підвищених. Полотнища розкочують у напрямку, протилежному стоку води. Перед наклеюванням першого полотнища виконують розмітку його

положення. Рулон розгортають по розмічальній лінії, потім частково згортають назад, після чого нижній бітумний шар розігрівають газовим пальником.

Під час наплавлення покрівельник спрямовує полум'я пальника на нижній мастичний шар рулонного матеріалу, рівномірно розігріваючи його маятниковими рухами. Після утворення валика розплавленої мастики рулон поступово розкочують, притискають до основи та розгладжують. Робота виконується циклічно: розігрівання мастики, розкочування полотна, притискання та контроль якості приклеювання.

Наступні полотна укладають із дотриманням необхідних нахлестів. Для нижніх шарів покрівельного килима нахлест приймають не менше 70 мм, для верхнього шару — не менше 100 мм. Стики суміжних шарів не повинні збігатися, що забезпечує водонепроникність і довговічність покрівельного покриття.

Особливу увагу приділяють улаштуванню примикань до парапетів, стін, шахт, вентиляційних каналів і труб. Кінці полотен основного покрівельного килима заводять на викружку, після чого наклеюють додаткові шари рулонного матеріалу. Спочатку приклеюють горизонтальну частину полотна, а потім вертикальну, ретельно притискаючи її до поверхні конструкції. Верхній край рулонного матеріалу закріплюють рейками або металевими фартухами, а стики герметизують мастикою.

У місцях водоприймальних ліжок перед укладанням основних шарів покрівлі перевіряють відмітки стяжки та правильність формування ухилів. Під фланець ліжки наклеюють додаткові шари склотканини або рулонного матеріалу на гарячій мастиці. Потім установлюють нижній патрубок із коміром, ретельно промащують місця стиків мастикою, після чого наплавляють основні шари покрівельного матеріалу з вирізанням отвору під ліжку. Завершальним етапом є встановлення ковпака ліжки та герметизація швів.

Роботи з улаштування рулонної покрівлі виконують ланкою з двох покрівельників: одного покрівельника 4-го розряду та одного покрівельника 3-го розряду.

У процесі виконання робіт здійснюється постійний контроль якості. Перевіряють рівність і чистоту основи, якість ґрунтування, щільність прилягання полотнищ, величину нахлестів, відсутність здуттів, складок, непроклеєних ділянок, правильність виконання примикань і водоприймальних вузлів. Виявлені дефекти усувають до початку наступного етапу робіт [14].

3.3 Контроль якості

Під час улаштування рулонної покрівлі з наплавлюваних матеріалів необхідно забезпечити систематичний виробничий контроль якості. Контроль виконується на всіх етапах технологічного процесу та включає вхідну перевірку матеріалів, операційний контроль під час виконання робіт і приймальний контроль завершених конструктивних елементів покрівлі.

Вхідний контроль здійснюється під час надходження матеріалів, виробів та комплектувальних елементів на будівельний майданчик. Перевіряють відповідність рулонних покрівельних матеріалів, мастик, праймерів, теплоізоляційних плит, цементно-піщаних сумішей, водоприймальних ліжок та інших виробів вимогам проєкту, чинним стандартам, технічним умовам, паспортам і сертифікатам якості.

Кожна партія матеріалів повинна супроводжуватися документом про якість, у якому зазначаються найменування та адреса підприємства-виробника, номер і дата видачі документа, номер партії, марка матеріалу або виробу, дата виготовлення, позначення нормативного документа або технічних умов. Документ про якість має бути підписаний відповідальною особою служби технічного контролю підприємства-виробника.

Під час вхідного контролю також перевіряють комплектність поставки, цілісність упаковки, відсутність механічних пошкоджень, зволоження, забруднень, розшарувань, тріщин та інших дефектів, які можуть вплинути на якість покрівельного покриття. Матеріали, що не мають супровідних документів

або мають ознаки пошкодження, до використання не допускаються.

Операційний контроль виконується безпосередньо в процесі улаштування покрівлі. При цьому перевіряють якість підготовки основи, рівність поверхні, відсутність пилу, сміття, вологи, масляних плям та інших забруднень. Нерівності, відколи, раковини та тріщини повинні бути усунені до початку ґрунтування та укладання покрівельного килима.

Після підготовки основи контролюють якість нанесення праймера. Ґрунтувальний шар повинен бути рівномірним, суцільним, без пропусків і напливів. Наплавлення рулонного матеріалу дозволяється виконувати лише після висихання праймера та перевірки готовності основи.

Під час улаштування пароізоляційного шару перевіряють правильність розташування полотнищ, величину нахлестів, якість проклеювання стиків і відсутність розривів або пошкоджень. Пароізоляція повинна утворювати суцільний шар, що запобігає проникненню водяної пари в теплоізоляцію.

Під час укладання теплоізоляції контролюють щільність прилягання плит одна до одної, відсутність щілин, зміщень і пошкоджень. Теплоізоляційний шар повинен мати проєктну товщину та забезпечувати передбачені ухили до водоприймальних ліжок. Не допускається укладання зволжених або деформованих теплоізоляційних плит.

Під час улаштування цементно-піщаної стяжки перевіряють її товщину, рівність, міцність, наявність деформаційних швів, правильність формування ухилів і викружок у місцях примикань до парапетів, шахт, труб та інших виступаючих елементів. Поверхня стяжки повинна бути рівною, без тріщин, відшарувань і місцевих напливів.

При наплавленні рулонного покрівельного матеріалу контролюють напрямок укладання полотнищ, величину поздовжніх і поперечних нахлестів, рівномірність прогрівання нижнього бітумного шару, щільність приклеювання до основи та відсутність здуттів, складок, пропусків і непроклеєних ділянок. У місцях стиків повинен утворюватися рівномірний валик розплавленої мастики,

що свідчить про якісне з'єднання полотнищ.

Особливу увагу під час контролю приділяють примиканням покрівельного килима до парапетів, вентиляційних шахт, труб, водоприймальних лійок та інших вузлів. Додаткові шари рулонного матеріалу повинні бути надійно приклеєні, а верхні краї покрівельного килима — закріплені та герметизовані. У місцях водоприймальних лійок перевіряють правильність формування ухилів, щільність прилягання матеріалу до фланця та герметичність стиків.

Приймальний контроль виконаних робіт здійснюється після завершення окремих технологічних етапів і всієї покрівлі в цілому. Під час приймання перевіряють відповідність покрівельного покриття проєктним рішенням, якість виконання шарів покрівлі, відсутність видимих дефектів, правильність улаштування примикань, водовідведення та захисних елементів.

Роботи, які в подальшому будуть закриті наступними шарами, підлягають обов'язковому проміжному прийманню з оформленням актів на приховані роботи. До таких робіт належать підготовка основи, улаштування пароізоляції, теплоізоляції, стяжки, додаткових шарів у місцях примикань і водоприймальних лійок.

У процесі контролю якості необхідно вести виконавчу документацію: журнал виконання робіт, акти огляду прихованих робіт, сертифікати якості матеріалів, паспорти виробів, акти приймання окремих етапів робіт. Усі відхилення від проєкту або технології виконання робіт повинні бути усунені до початку наступного етапу.

Приймання рулонної покрівлі виконується комісією за участю представників підрядної організації, технічного нагляду замовника та, за необхідності, авторського нагляду. Покрівля вважається придатною до експлуатації, якщо всі роботи виконані відповідно до проєкту, нормативних вимог і технологічної карти, а виявлені дефекти усунені [8, 11].

3.4 Вимоги з охорони праці та пожежної безпеки під час виконання покрівельних робіт

Під час виконання робіт з улаштування рулонної покрівлі дев'ятиповерхового житлового будинку необхідно дотримуватися вимог охорони праці, промислової та пожежної безпеки [2, 3, 10]. Покрівельні роботи належать до робіт підвищеної небезпеки, оскільки виконуються на висоті, пов'язані з використанням газополуменевого обладнання, нагріванням бітумно-полімерних матеріалів та можливістю виникнення пожежонебезпечних ситуацій.

До виконання покрівельних робіт допускаються працівники, які пройшли спеціальне навчання, медичний огляд, перевірку знань з охорони праці, вступний та первинний інструктаж на робочому місці. Працівники повинні мати відповідне посвідчення на право виконання покрівельних робіт і бути ознайомленими з технологією виконання робіт, правилами користування обладнанням, інструментом та засобами індивідуального захисту.

На виконання робіт газополуменевим способом оформлюється наряд-допуск. У ньому зазначаються місце та характер робіт, склад виконавців, відповідальний керівник, термін виконання робіт, а також заходи щодо забезпечення пожежної безпеки та безпечних умов праці.

Під час улаштування м'якої рулонної покрівлі необхідно передбачити заходи для захисту працівників від таких небезпечних і шкідливих виробничих факторів:

- виконання робіт поблизу перепадів по висоті 1,3 м і більше;
- можливе падіння працівників, інструментів або матеріалів з покрівлі;
- підвищена температура поверхонь обладнання, матеріалів і повітря робочої зони;
- підвищена загазованість повітря під час роботи з газовими пальниками;
- наявність гострих кромek, задирок і шорстких поверхонь матеріалів;
- використання відкритого полум'я та легкозаймистих матеріалів.

Місця виконання покрівельних робіт, особливо під час застосування

газополуменевого обладнання, повинні бути забезпечені первинними засобами пожежогасіння. На покрівлі необхідно передбачити не менше двох безпечних шляхів евакуації. Піднімання працівників на покрівлю та спуск із неї дозволяється лише сходовими маршами або спеціально обладнаними сходами. Використання пожежних драбин для доступу до робочого місця не допускається.

На плоских дахах, які не мають постійного огородження, робочі місця повинні бути огорожені тимчасовими захисними огородженнями. Не допускається виконання робіт на відстані менше 2 м від неогороджених перепадів по висоті без застосування запобіжних поясів, страхувальних канатів або інших засобів захисту від падіння.

У місцях підйому матеріалів і виконання покрівельних робіт необхідно позначати небезпечні зони. Межі таких зон встановлюються з урахуванням висоти будівлі, способу подавання матеріалів, розміщення підйомного обладнання та характеру робіт. Перебування сторонніх осіб у небезпечних зонах забороняється.

Будівельний підйомник або кран, який використовується для подавання рулонних матеріалів, утеплювача, мастик та інструменту на покрівлю, повинен бути встановлений і експлуатуватися відповідно до інструкції заводу-виробника. Під час подачі вантажів необхідно забезпечити стійкість вантажу, справність стропувальних пристроїв та недопущення перебування людей під вантажем.

Запас матеріалів на покрівлі не повинен перевищувати змінної потреби. Рулонні матеріали, газові балони, інструмент і технологічне оснащення необхідно розміщувати у спеціально відведених місцях, не заважаючи проходи та евакуаційні шляхи. Під час перерв у роботі матеріали та інструменти повинні бути прибрані або надійно закріплені, щоб запобігти їх падінню з висоти.

Не допускається виконання покрівельних робіт під час ожеледиці, грози, туману, який обмежує видимість у межах фронту робіт, атмосферних опадів, а також при швидкості вітру 15 м/с і більше. Роботи повинні виконуватися у

світлий час доби або за достатнього штучного освітлення.

Під час роботи з газовими пальниками необхідно дотримуватися таких вимог безпеки:

- газові балони повинні встановлюватися вертикально та надійно закріплюватися у спеціальних стійках;
- балони не можна подавати на покрівлю ковпаком донизу;
- відстань від пальника до групи газових балонів повинна бути не менше 10 м; – відстань до окремого газового балона повинна бути не менше 5 м;
- відстань до газопроводів і гумотканинних рукавів повинна бути не менше 3 м; – газові рукави не можна перегинати, перекручувати, затискати ногами або обмотувати навколо тіла;
- під час перерви в роботі пальник необхідно погасити.

Під час виконання робіт із застосуванням відкритого полум'я забороняється зберігати поблизу робочого місця легкозаймисті та горючі матеріали, палити біля газових балонів, залишати запалений пальник без нагляду, переміщатися із запаленим пальником поза робочою зоною, а також виконувати роботи без справних засобів пожежогасіння.

Перед початком роботи покрівельники зобов'язані отримати завдання від бригадира або керівника робіт, пройти інструктаж щодо безпечного виконання робіт, перевірити справність інструменту, обладнання, газових пальників, шлангів, редукторів і засобів індивідуального захисту. Працівники повинні бути забезпечені спецодягом, спецвзуттям, захисними касками, рукавицями, а під час роботи поблизу перепадів по висоті — запобіжними поясами або страхувальними системами.

Покрівельники не мають права розпочинати роботу за наявності несправного інструменту, пошкоджених газових рукавів, недостатнього освітлення, захаращених проходів, необгороджених отворів у покритті, відсутності захисних огорожень або засобів пожежогасіння. Виявлені порушення необхідно усунути до початку робіт. Якщо усунути недоліки

самостійно неможливо, працівники повинні повідомити про це бригадира або керівника робіт.

Після завершення зміни робоче місце очищають від сміття, залишків рулонних матеріалів, обрізків, тари та інших відходів. Інструмент, пристосування та матеріали прибирають у відведені місця. Забороняється залишати на покрівлі незакріплені матеріали, газові балони, інструменти або технологічне обладнання. Про всі несправності, виявлені під час роботи, працівники повинні повідомити керівника робіт.

3.5 Потреба в машинах, обладнанні, пристосуваннях та інструменті

Для виконання робіт із влаштування рулонної покрівлі дев'ятиповерхового житлового будинку у м. Конотоп передбачено застосування машин, механізмів, інвентарю та ручного інструменту, які забезпечують подачу матеріалів на покрівлю, підготовку основи, улаштування пароізоляції, теплоізоляції, стяжки та наплавлення рулонного покрівельного матеріалу [13].

Підбір машин і пристосувань виконано з урахуванням прийнятої технології виконання робіт, обсягів покрівельних процесів, умов роботи на висоті та необхідності забезпечення безпечної організації праці. Основні машини, обладнання та інвентар наведено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Перелік машин, обладнання та інвентарю

№ з/п	Найменування	Призначення	Кількість/ Од. виміру	Характеристика
1	Кран переносний	Подача матеріалів і мастик на покрівлю	1 шт.	«Піонер-2», Т-108
2	Автогудронатор	Подача та підігрів бітумних матеріалів	1 шт.	Д-640
3	Машина для подачі мастики	Подача мастики до місця виконання робіт	1шт.	СО-212
4	Компресор	Очищення та знепилювання поверхні	1шт.	О-22

5	Станок для перемотування рубероїду	Підготовка рулонних матеріалів	1 шт.	СОГ-2
6	Строп двогілковий	Піднімання вантажів	1 шт.	2-СК-0,5
7	Строп чотиригілковий	Піднімання вантажів	1 шт.	4-СК-1
8	Каток	Ущільнення шарів покрівлі	1 шт.	P = 100 кг
9	Тачки	Переміщення матеріалів по покрівлі	2 шт.	Металеві, інвентарні
10	Розчинонасос	Подача розчину для стяжки	1 шт.	СБ-68
11	Контейнер для рубероїду	Зберігання рулонних матеріалів	1 шт.	Інвентарний
12	Контейнер для утеплювача	Подача та зберігання утеплювача	1 шт.	V = 0,25 м³
13	Щитовий настил	Установлення крана та організація робочої зони	16 шт.	Дошки, $\delta = 40$ мм
14	Катальні ходи	Транспортування матеріалів по покрівлі	50 шт.	Інвентарні

Застосування зазначених машин і пристосувань дає змогу механізувати основні процеси покрівельних робіт, зменшити трудомісткість ручних операцій, забезпечити своєчасну подачу матеріалів на робочі місця та підвищити якість виконання рулонної покрівлі.

Для подачі рулонних покрівельних матеріалів, утеплювача, мастик, інструменту та інвентарю на покрівлю дев'ятиповерхового житлового будинку приймається переносний кран «Піонер-2», Т-108.

Вибір крана виконується за такими основними параметрами:

- вантажопідіймальність;
- висота підйому вантажу;
- виліт стріли;
- вантажний момент;
- можливість встановлення на покритті будівлі [13].

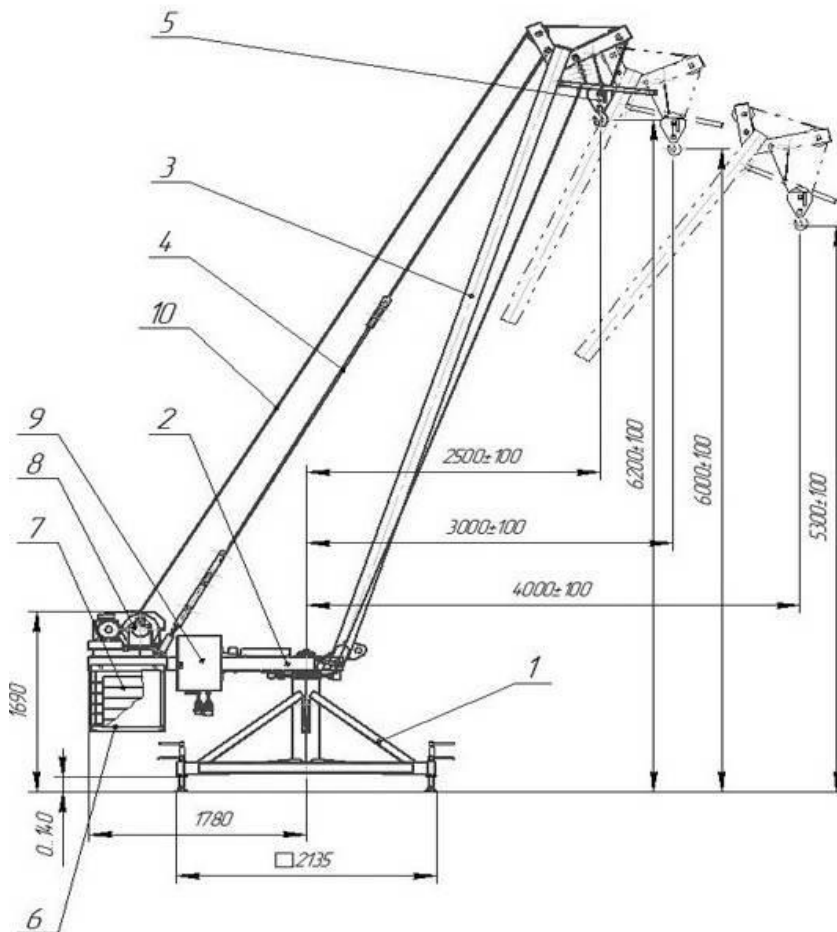


Рисунок 3.1 – Кран навантажувально-розвантажувальний «Піонер-2»

Визначення необхідної вантажопідймальності

Найбільша маса вантажу, що подається на покрівлю, приймається з урахуванням маси пакета рулонних матеріалів, тари та стропувальних пристроїв.

Приймаємо $G_m = 0,30$ т — маса пакета матеріалів; $G_t = 0,05$ т — маса тари або контейнера; $G_c = 0,01$ т — маса стропів; $\gamma_d = 1,1$ — коефіцієнт динамічності під час підйому вантажу.

Необхідна вантажопідймальність крана:

$$Q_{\text{потр}} = (G_m + G_t + G_c) \cdot \gamma_d = (0,30 + 0,05 + 0,01) \cdot 1,1 = 0,396 \text{ т.}$$

Вантажопідймальність крана «Піонер-2», Т-108 приймається $Q_{\text{кр}} = 0,5$ т.

Перевірка:

$$Q_{\text{кр}} \geq Q_{\text{потр}}, 0,5 \text{ т} > 0,40 \text{ т.}$$

Умова виконується. За вантажопідіймальністю кран підходить.

Перевірка висоти підйому

Висота дев'ятиповерхового житлового будинку визначається за висотою поверху $H_{\text{буд}} = 9 \cdot 2,8 = 25,2 \text{ м}$.

З урахуванням висоти парпету, запасу для безпечного переміщення вантажу та довжини строп приймаємо $H_{\text{зап}} = 2,5 \text{ м}$.

Необхідна висота підйому $H_{\text{потр}} = H_{\text{буд}} + H_{\text{зап}} = 25,2 + 2,5 = 27,7 \text{ м}$.

Для крана приймаємо паспортну висоту підйому $H_{\text{кр}} = 50 \text{ м}$.

Перевірка $H_{\text{кр}} \geq H_{\text{потр}}$, $50 \text{ м} > 27,7 \text{ м}$.

Умова виконується..

Перевірка вильоту стріли

Виліт стріли повинен забезпечувати подачу вантажу від зони підйому до місця приймання матеріалів на покрівлі. Для виконання покрівельних робіт приймаємо необхідний виліт: $L_{\text{потр}} = 2,5 \text{ м}$.

Паспортний виліт крана приймається: $L_{\text{кр}} = 2,5\text{--}4,0 \text{ м}$.

Перевірка: $L_{\text{кр}} \geq L_{\text{потр}}$, $2,5 \text{ м} \geq 2,5 \text{ м}$.

Умова виконується.

Перевірка за вантажним моментом

Необхідний вантажний момент $M_{\text{потр}} = Q_{\text{потр}} \cdot L_{\text{потр}} = 0,40 \cdot 2,5 = 1,0 \text{ т}\cdot\text{м}$.

Вантажний момент крана при вантажопідіймальності $0,5 \text{ т}$ і вильоті $4,0 \text{ м}$:

$M_{\text{кр}} = 0,5 \cdot 4,0 = 2,0 \text{ т}\cdot\text{м}$.

Перевірка: $M_{\text{кр}} \geq M_{\text{потр}}$, $2,0 \text{ т}\cdot\text{м} > 1,0 \text{ т}\cdot\text{м}$.

Умова виконується.

Усі машини, механізми, стропи та інвентар перед початком робіт повинні бути перевірені на справність. Обладнання допускається до експлуатації лише за наявності технічної документації, інструкцій з безпечного використання та відповідних оглядів [13].

3.6 Техніко-економічні показники

Техніко-економічні показники визначають ефективність прийнятої технології виконання покрівельних робіт, характеризують тривалість процесу, загальну трудомісткість, витрати праці на одиницю обсягу робіт та виробіток одного робітника за зміну [11].

Основні техніко-економічні показники з улаштування рулонної покрівлі наведено в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Техніко-економічні показники

№ з/п	Найменування показника	Значення/ Одиниця виміру
1	Загальна тривалість виконання робіт	19,5 днів
2	Загальна трудомісткість	57 люд.-зм
3	Приведені затрати праці на одиницю робіт	0,065 люд.-зм/м ²
4	Виробіток на одного робітника за зміну	15,22 м ² /люд.-зм

Приведені затрати праці на одиницю робіт визначаються за формулою:

$$q = T / F,$$

де T — загальна трудомісткість робіт, люд.-зм; F — площа покрівлі, м².

Виробіток на одного робітника за зміну визначається за формулою:

$$B = F / T.$$

За результатами розрахунку загальна тривалість виконання покрівельних робіт становить 19,5 днів, загальна трудомісткість — 57 люд.-зм, приведені затрати праці — 0,065 люд.-зм/м², а виробіток одного робітника за зміну — 15,22 м²/люд.-зм.

4. Охорона праці

4.1 Завдання в галузі охорони праці

Охорона праці є одним із найважливіших напрямів організації будівельного виробництва, оскільки її основною метою є збереження життя,

здоров'я і працездатності працівників у процесі виконання будівельно-монтажних робіт. Безпечні та нешкідливі умови праці є обов'язковою складовою сучасного будівництва, особливо під час зведення багатоповерхових житлових будинків.

Відповідно до Закону України «Про охорону праці», державна політика у цій сфері базується на принципі пріоритету життя і здоров'я працівників, а також на повній відповідальності роботодавця за створення належних, безпечних і здорових умов праці на робочих місцях [15].

Під час будівництва дев'ятиповерхового житлового будинку у м. Конотоп питання охорони праці мають особливе значення, оскільки виконання робіт пов'язане з використанням будівельних машин і механізмів, роботою на висоті, переміщенням вантажів, виконанням монтажних, покрівельних, бетонних, земляних та опоряджувальних процесів.

Основними завданнями охорони праці на будівельному майданчику є [10]:

- запобігання виробничому травматизму та професійним захворюванням;
- створення безпечних умов праці для всіх працівників;
- забезпечення безпечної експлуатації будівельних машин, механізмів та інструменту;
- організація безпечного руху транспорту і працівників на території будівельного майданчика;
- огороження небезпечних зон та місць виконання робіт підвищеної небезпеки;
- забезпечення працівників засобами індивідуального та колективного захисту;
- організація пожежної безпеки на будівельному майданчику;
- забезпечення належного освітлення робочих місць, проходів, проїздів і складських зон;
- контроль за дотриманням вимог охорони праці під час виконання всіх видів будівельно-монтажних робіт.

Особливу увагу необхідно приділяти організації будівельного майданчика. Територія будівництва повинна бути огорожена, а небезпечні зони — позначені попереджувальними знаками та сигнальними огороженнями. До таких зон належать ділянки роботи вантажопідіймальних механізмів, місця можливого падіння предметів з висоти, зони складування матеріалів, проїзди будівельного транспорту, ділянки виконання земляних і монтажних робіт.

Проходи, проїзди та переходи на будівельному майданчику повинні бути організовані з урахуванням безпечного руху працівників і транспорту. Вони мають бути вільними від сторонніх предметів, будівельного сміття, матеріалів та обладнання. У темний час доби або за недостатнього природного освітлення робочі місця, склади, проходи й проїзди повинні освітлюватися відповідно до нормативних вимог.

Будівельні машини, механізми та вантажопідіймальне обладнання допускаються до експлуатації лише за умови їх справності, наявності необхідної технічної документації та проведення відповідних оглядів. Працівники, які керують механізмами або виконують роботи підвищеної небезпеки, повинні мати відповідну кваліфікацію, пройти навчання, інструктаж і перевірку знань з охорони праці.

Для забезпечення пожежної безпеки на будівельному майданчику передбачаються первинні засоби пожежогасіння, пожежні щити, вогнегасники, ящики з піском, ємності з водою та вільний доступ до них. Місця виконання вогневих робіт повинні бути очищені від горючих матеріалів, а самі роботи мають виконуватися тільки після оформлення відповідного дозволу та проведення інструктажу.

Працівники повинні бути забезпечені засобами індивідуального захисту: захисними касками, спецодягом, спецвзуттям, рукавицями, захисними окулярами, запобіжними поясами та іншими засобами залежно від характеру виконуваних робіт. Використання засобів індивідуального захисту є обов'язковим під час перебування на будівельному майданчику [16].

4.2 Аналіз умов праці при будівництві багатоповерхового житлового будинку

Будівництво дев'ятиповерхового житлового будинку у м. Конотоп пов'язане з виконанням комплексу будівельно-монтажних робіт, які здійснюються в умовах дії різних небезпечних і шкідливих виробничих факторів. Загальна тривалість будівництва, визначена за календарним графіком, становить 320 днів.

Змінність виконання робіт прийнята з урахуванням характеру будівельних процесів, технологічної послідовності їх виконання та прийнятої організації будівництва. Земляні роботи, монтаж конструкцій та опоряджувальні роботи виконуються в одну зміну. Під час кам'яної кладки висота робочої зони приймається 1,2 м, що потребує правильного влаштування риштувань, помостів і засобів підмоцнування.

Під час організації будівельного майданчика необхідно передбачити безпечне розміщення робочих місць, зон складування матеріалів, тимчасових доріг, проходів для працівників, місць руху будівельних машин і транспортних засобів. Особливу увагу слід приділяти визначенню небезпечних зон, у межах яких постійно діють або можуть виникати небезпечні виробничі фактори.

Небезпечні зони на будівельному майданчику повинні бути огорожені, позначені попереджувальними знаками безпеки та написами встановленої форми. До зон постійної дії небезпечних виробничих факторів належать:

- ділянки поблизу неізолюваних струмоведучих частин електроустановок;
- місця біля неогорожених перепадів по висоті 1,3 м і більше;
- зони переміщення будівельних машин, механізмів та їх робочих органів;
- ділянки, над якими переміщуються вантажі за допомогою кранів;
- місця можливого впливу підвищеного шуму, вібрації, пилу або шкідливих речовин.

До зон потенційної дії небезпечних факторів належать ділянки території поблизу будинку, що зводиться, а також поверхи будівлі в межах захватки, над

якими виконуються монтажні роботи. У таких зонах необхідно обмежувати перебування сторонніх осіб і забезпечувати постійний контроль за дотриманням вимог безпеки.

При розміщенні тимчасових будівель, складів, огорожень, риштувань і механізмів необхідно враховувати габарити наближення до будівельного транспорту, зон роботи крана, проїздів і пішохідних проходів. Проходи та проїзди повинні бути вільними, освітленими, очищеними від сміття й не повинні перетинатися з небезпечними зонами без необхідних захисних заходів.

У процесі аналізу умов праці при будівництві житлового будинку визначено основні небезпечні та шкідливі виробничі фактори, характерні для будівельно-монтажних робіт.

Фізичні фактори включають дію рухомих машин і механізмів, зокрема бульдозерів, екскаваторів, кранів, автотранспорту та іншого будівельного обладнання. Також до цієї групи належать підвищена або знижена температура повітря під час виконання робіт на відкритому повітрі, підвищена рухливість повітря, шум від роботи механізмів і транспорту, вібрація, недостатнє або надмірне освітлення, а також підвищена яскравість світла під час електрозварювання.

Хімічні фактори виникають під час використання паливно-мастильних матеріалів, бетонних сумішей, розчинів, фарб, мастик та інших будівельних матеріалів. Вони можуть чинити подразнювальну або токсичну дію на організм людини. Шкідливі речовини можуть потрапляти в організм через органи дихання у вигляді пилу, парів і газів, а також через шкіру під час безпосереднього контакту з матеріалами.

Біологічні фактори можуть виникати під час виконання земляних робіт, роботи з вологими матеріалами, ґрунтом або забрудненими поверхнями. До них належать мікроорганізми, які за певних умов можуть негативно впливати на здоров'я працівників.

Психофізіологічні фактори пов'язані з фізичним навантаженням, тривалою

роботою у вимушеній позі, підніманням і переміщенням вантажів, монотонністю окремих операцій, а також підвищеною відповідальністю під час роботи з механізмами, на висоті або в небезпечних зонах. Такі фактори можуть спричиняти статичні та динамічні перевантаження працівників.

Для зменшення впливу небезпечних і шкідливих факторів на будівельному майданчику необхідно передбачити комплекс організаційних, технічних і санітарно-гігієнічних заходів. До них належать огороження небезпечних зон, застосування засобів індивідуального захисту, забезпечення справності машин і механізмів, організація безпечних проходів і проїздів, контроль за рівнем шуму, пилу та освітлення, проведення інструктажів і навчання працівників безпечним методам виконання робіт [16, 17].

4.3 Організація безпеки виконання робіт на будівельному майданчику

Для запобігання впливу небезпечних і шкідливих виробничих факторів під час будівництва дев'ятиповерхового житлового будинку у м. Конотоп передбачено комплекс організаційних та інженерно-технічних заходів. Усі роботи на будівельному майданчику повинні виконуватися відповідно до вимог ДБН А.3.2-2-2009 «Охорона праці і промислова безпека у будівництві», чинних правил пожежної безпеки та технологічних карт на окремі види будівельно-монтажних робіт [10].

Будівельний майданчик огорожується тимчасовим захисним огороженням. У межах майданчика передбачаються проїзди для будівельної техніки, проходи для працівників, місця складування матеріалів, санітарно-побутові приміщення, зони роботи вантажопідіймальних механізмів та ділянки виконання основних будівельних процесів.

У зоні дії підйомного крана, де розміщуються приоб'єктні склади та здійснюється переміщення вантажів, перебування сторонніх осіб забороняється.

Небезпечна зона роботи крана приймається радіусом 30 м і повинна бути позначена попереджувальними знаками та сигнальним огородженням. У місцях можливого переміщення вантажів над проходами або робочими місцями необхідно передбачати додаткові заходи захисту.

Під'їзні шляхи до будівельного майданчика та тимчасові внутрішньомайданчикові дороги влаштовуються з урахуванням безпечного руху будівельної техніки й автотранспорту. Ширина проїзної частини тимчасової дороги приймається 3,6 м. Дороги повинні мати тверде покриття або ущільнену основу, бути вільними від будівельного сміття, матеріалів та інших перешкод.

Закриті склади, а також склад легкозаймистих матеріалів розміщуються на безпечній відстані від будівлі, що зводиться, та поза межами небезпечної зони роботи крана. Їх розташування передбачається на будівельному генеральному плані. Складування матеріалів повинно виконуватися з дотриманням норм пожежної безпеки, стійкості штабелів та зручності подальшого транспортування до місця виконання робіт.

Освітлення будівельного майданчика приймається відповідно до чинних нормативних вимог і повинно забезпечувати безпечне виконання будівельно-монтажних робіт, рух транспорту, охорону території та функціонування складських зон. Зовнішнє освітлення влаштовується на опорах по периметру будівельного майданчика поза зоною дії крана. У кутах майданчика встановлюються прожектори, які забезпечують достатню освітленість робочих місць, складів, проїздів і проходів.

Тимчасова мережа водопостачання прокладається до санітарно-побутових приміщень, виробничих зон і місць, де необхідне використання води. Кільцева схема тимчасового водопроводу забезпечує потреби будівництва у воді для господарсько-питних, виробничих і протипожежних цілей. Пожежні під'їзди, джерела водопостачання та засоби пожежогашіння повинні бути доступними протягом усього періоду будівництва.

Санітарно-побутові приміщення розміщуються біля в'їзду на будівельний

майданчик, поза межами небезпечних зон роботи кранів, машин і механізмів. До таких приміщень належать гардеробні, приміщення для відпочинку та обігріву працівників, умивальні, душові, санітарні вузли та приміщення для приймання їжі. Їх розміщення зазначається на будівельному генеральному плані.

Працівники, які перебувають на будівельному майданчику, повинні бути забезпечені засобами індивідуального захисту: захисними касками, спецодягом, спецвзуттям, рукавицями, захисними окулярами, запобіжними поясами та іншими засобами відповідно до виду робіт. Виконання робіт без необхідних засобів індивідуального захисту не допускається.

Під час виконання вантажопідіймальних операцій стропування конструкцій, виробів і матеріалів необхідно виконувати інвентарними стропами або спеціальними вантажозахоплювальними пристроями. На знімних вантажозахоплювальних пристроях і тарі повинні бути бирки або написи із зазначенням інвентарного номера, вантажопідіймальності, власної маси та дати випробування.

На порталі баштового крана або в зоні його обслуговування повинні бути вивішені схеми стропування, дані про масу та марки конструкцій, що монтуються. Підйом вантажів, маса яких перевищує допустимі значення для відповідного вильоту стріли, забороняється. Розстропування змонтованих конструкцій дозволяється тільки після їх надійного закріплення та перевірки стійкості.

Зони, небезпечні для перебування людей під час переміщення, установлення та закріплення конструкцій і вантажів, повинні бути позначені добре видимими попереджувальними знаками. Перебування працівників під піднятим вантажем або в зоні його можливого падіння не допускається.

Верхолазні роботи виконуються із застосуванням запобіжних поясів або страхувальних систем. Місця кріплення карабінів визначаються керівником робіт або відповідальною особою до початку виконання робіт. Робота на висоті без засобів захисту від падіння не допускається.

Монтажні роботи забороняється виконувати при швидкості вітру, що перевищує допустимі значення для цього виду робіт, а також під час грози, ожеледиці, туману або недостатньої видимості. У разі погіршення погодних умов роботи повинні бути зупинені, а матеріали, інструмент і конструкції — надійно закріплені.

Працівники, які працюють із вібраційним інструментом, повинні бути забезпечені спеціальними рукавицями з віброзахисними прокладками. Не допускається обмивати електричний вібратор водою, переміщувати його волоком за кабель або використовувати інструмент із пошкодженою ізоляцією.

Виконавець робіт щоденно повинен перевіряти справність бадей, затворів, піднімальних петель, зварних швів, стропів, вантажозахоплювальних пристроїв та іншого обладнання, що використовується під час будівельно-монтажних робіт. Несправні пристрої до експлуатації не допускаються.

Усе електрообладнання, яке потребує заземлення, повинно бути заземлене. Опір заземлювальних пристроїв не повинен перевищувати встановлених нормативних значень, зокрема для будівельного електрообладнання приймається не більше 4 Ом. Тимчасові електромережі повинні бути захищені від механічних пошкоджень і розташовані так, щоб не створювати небезпеки для працівників і транспорту.

4.4 Розрахунок захисного заземлення баштового крана КБ-100М

Для забезпечення електробезпеки під час експлуатації баштового крана КБ-100М на будівельному майданчику передбачається влаштування захисного заземлення. Захисне заземлення необхідне для зменшення напруги дотику в разі пошкодження ізоляції електрообладнання та появи напруги на металевих частинах крана.

Вихідні дані для розрахунку:

– напруга електродвигуна крана — 380 В;

- вертикальні заземлювачі — сталеві труби діаметром $d = 63$ мм;
- довжина одного вертикального заземлювача — $l = 5$ м;
- відстань між вертикальними заземлювачами — $a = 5$ м;
- горизонтальний заземлювач — суцільна сталева смуга шириною $b = 40$

мм;

- глибина закладання горизонтальної смуги — $t_0 = 0,8$ м;
- ґрунт — суглинок;
- будівельний майданчик розташований у II кліматичному районі;
- природні заземлювачі відсутні;
- допустимий опір захисного заземлення — $R_3 = 4$ Ом.

Питомий опір ґрунту з урахуванням сезонного коефіцієнта визначається за формулою:

$$\rho = \rho_{гр} \cdot K_c = 100 \cdot 1,25 = 125 \text{ Ом} \cdot \text{м}.$$

де $\rho_{гр} = 100 \text{ Ом} \cdot \text{м}$ — питомий опір суглинку;

$K_c = 1,25$ — сезонний коефіцієнт для вертикальних заземлювачів.

Глибина залягання середини вертикального заземлювача:

$$S = t_0 + 0,5l = 0,8 + 0,5 \cdot 5 = 3,3 \text{ м}.$$

Опір одиночного вертикального заземлювача за результатами розрахунку становить $R_v = 11,65$ Ом.

Попередня кількість вертикальних заземлювачів визначається за формулою:

$$n_1 = R_v / R_3 = 11,65 / 4 = 2,91..$$

Приймаємо попередньо 3 шт.

З урахуванням коефіцієнта використання вертикальних заземлювачів $\eta_v = 0,81$ уточнюємо їх кількість:

$$n_2 = R_v / (R_3 \cdot \eta_v) = 11,65 / (4 \cdot 0,81) = 3,59.$$

Приймаємо остаточно 4 шт.

Для чотирьох вертикальних заземлювачів коефіцієнт використання приймаємо $\eta_v = 0,73$.

Довжина горизонтального заземлювача визначається за формулою:

$$l_{\Gamma} = 1,05 \cdot a \cdot n = 1,05 \cdot 5 \cdot 4 = 21 \text{ м.}$$

Для горизонтальної сталевий смуги питомий опір ґрунту з урахуванням сезонного коефіцієнта приймаємо:

$$\rho = \rho_{\text{гр}} \cdot K_c = 100 \cdot 1,8 = 180 \text{ Ом} \cdot \text{м.}$$

Опір горизонтального заземлювача становить $R_{\Gamma} = 9,7 \text{ Ом.}$

Коефіцієнт використання горизонтального заземлювача приймаємо $\eta_{\Gamma} = 0,4$.

Загальний опір заземлювального пристрою визначається з урахуванням паралельної роботи вертикальних і горизонтального заземлювачів:

$$R_{\text{заг}} = (R_{\text{в}} \cdot R_{\Gamma}) / (R_{\text{в}} \cdot \eta_{\Gamma} + n \cdot R_{\Gamma} \cdot \eta_{\text{в}}) = (11,65 \cdot 9,7) / (11,65 \cdot 0,4 + 4 \cdot 9,7 \cdot 0,73) = 3,42 \text{ Ом.}$$

Перевіряємо умову: $R_{\text{заг}} \leq R_z$; $3,42 \text{ Ом} < 4,0 \text{ Ом.}$

Умова виконується.

4.5 Визначення небезпечної зони під час монтажу будівлі баштовим краном

Під час організації будівельного майданчика необхідно визначити небезпечні зони, у межах яких постійно або потенційно можуть діяти небезпечні виробничі фактори. До таких зон належать ділянки переміщення вантажів баштовим краном, монтажні зони, ділянки біля будівлі, що зводиться, а також поверхи, над якими виконуються монтажні роботи.

Межі небезпечної зони роботи баштового крана визначаються з урахуванням довжини підкранової колії, ширини колії, максимального вильоту гака та можливого відльоту вантажу при його падінні.

Приймаємо вихідні дані:

- максимальний виліт гака крана — $R = 20 \text{ м;}$
- довжина підкранової колії — $l = 50 \text{ м;}$
- ширина підкранової колії — $b = 4,5 \text{ м;}$

– можливий відліт вантажу при падінні з висоти — $S_H = 10$ м.

Довжина небезпечної зони визначається за формулою:

$$L = l + 2(R + S_H) = 50 + 2(20 + 10) = 110 \text{ м.}$$

Ширина небезпечної зони:

$$B = b + 2(R + S_H) = 4,5 + 2(20 + 10) = 64,5 \text{ м.}$$

Отже, розміри небезпечної зони роботи баштового крана становлять:

$$L = 110 \text{ м}; B = 64,5 \text{ м.}$$

Для компактних вантажів у безвітряну погоду небезпечна зона може прийматися за максимальним вильотом гака з урахуванням можливого відльоту вантажу: $S_1 = R + S_H$. Для плит, панелей та інших великорозмірних елементів при дії вітру приймаємо $S_1 = 20 + 10 = 30$ м.

Таким чином, небезпечна зона навколо місця переміщення вантажів баштовим краном приймається не менше $S_1 = 30$ м.

У межах небезпечної зони забороняється розміщувати санітарно-побутові приміщення, проходи для працівників, місця постійного перебування людей, відкриті склади легкозаймистих матеріалів та інші об'єкти, не пов'язані безпосередньо з монтажним процесом.

Небезпечна зона повинна бути позначена сигнальним огородженням, попереджувальними знаками та написами. Під час переміщення вантажів краном перебування людей під вантажем або в зоні його можливого падіння категорично забороняється.

Список використаних джерел

1. ДБН В.1.2-2:2006 Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування. Чинний від 2006-07-03. Вид. офіц. Київ : УкрНДНЦ, 2006. 69 с.
2. ДБН В.1.1-7:2016. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. Чинний від 2017-06-01. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2016. 38 с.
3. ДСТУ 8828:2019. Пожежна безпека. Загальні положення. Чинний від 2020-01-01. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2020. 87 с.
4. Конструкції громадських будівель / Т.Г. Маклакова та ін. - М.: Будвидав, 1986.-135с.
5. ДБН В.2.2-9-2009 Громадські будівлі і споруди // Мінрегіонбуд України. –К.: 2010. -69с.
6. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Будівельна кліматологія // Мінрегіонбуд України. – К.: 2011. -127с.
7. ДБН В.2.6-31:2021 Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. Чинний від 2021-09-01. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2022. 26 с.
8. Якименко О. В. Технологія будівельного виробництва : навч. посіб. / О. В. Якименко ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2016. – 411 с.
9. ДБН В.2.1-10:2018 Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення. Чинний від 2018-08-02. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2018. 40 с.
10. ДБН А.3.2-2-2009 Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення (НПАОП 45.2-7.02-12). Чинний від 2009-01-27. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2012. 120 с.
11. ДБН А.3.1-5:2016 Організація будівельного виробництва. Чинний від 2017-01-01. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2016. 49 с.
12. Будівельні конструкції : навч. посібник / за заг. ред. Є. В. Клименка. — Київ :

Центр учбової літератури, 2012. — 426 с.

- 13.Лівінський О. М. Будівельні машини та обладнання: підручник / О. М. Лівінський, О. М. Пшінько, М. В. Савицький та ін. — Київ : Українська академія наук; «МП Леся», 2015. — 612 с.
- 14.Жван В. Д. Зведення і монтаж будівель і споруд / В. Д. Жван, М. Д. Помазан, О. В. Жван ; Харків. нац. акад. міськ. госп-ва. — Харків : ХНАМГ, 2011. — 395 с.
- 15.Закон України від 14.10.1992 № 2694-ХІІ Про охорону праці.
- 16.Жигулін О. А. Охорона праці у будівництві : навчальний посібник. Одеса, 2023.
- 17.Батлук В. А. Охорона праці в будівельній галузі : навчальний посібник. Львів : Афіша, 2006. 550 с.