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

АДМІНІСТРАТИВНО-ЛОГІСТИЧНИЙ ЦЕНТР У М. ЛЬВІВ

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

Керівник _____ ст. викл. Гаврилюк О.В.

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

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

Горбенко Івана Миколайовича

Спеціальність: *192 – Будівництво та цивільна інженерія*

Освітньо-професійна програма: *Промислове та цивільне будівництво*

Тема кваліфікаційної роботи: *Адміністративно-логістичний центр у м. Львів*

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 огороджувальних 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*.

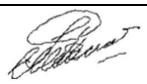
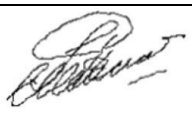
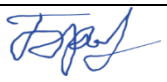
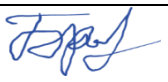
Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):

- 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.*

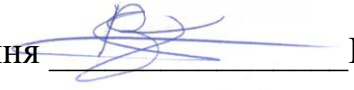
КОНСУЛЬТАНТИ РОЗДІЛІВ РОБОТИ

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	*Гаврилюк О.В.*		
	Розрахунок надземної частини об’єкту	*Шемет 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 ст. викл. Гаврилюк О.В.

Завдання прийняв до виконання  Горбенко І. М.

Дата видачі завдання «01» червня 2026 р.

Зміст

Розділ 1. Архітектурно-будівельна частина 6
1.1 Характеристика ділянки будівництва 6
1.2 Об’ємно-планувальне рішення 9
1.3 Основні конструктивні елементи будівлі 12
1.4 Теплотехнічний розрахунок огороджувальних конструкцій 17
1.5 Санітарно-технічне та інженерне обладнання 22
Розділ 2. Розрахунково-конструктивна частина 27
2.1 Розрахунок надземної частини об’єкта будівництва 27
2.1.1 Розрахунок рами 27
2.1.4 Розрахунок ферми 33
2.1.5 Розрахунок колони середнього ряду 35
2.1.6 Розрахунок стійкості колони в площині рами 39
2.1.7 Розрахунок стику колон 40
2.2 Розрахунок підземної частини об’єкта будівництва 42
2.2.1 Визначення глибини закладання фундаменту 45
2.2.2 Визначення розмірів підошви фундаменту 48
2.2.3 Розрахунок осідання основи фундаменту 51
2.2.4 Розрахунок затухання осідання у часі 53
2.2.5 Розрахунок фундаменту за міцністю 54
2.2.6 Перевірка фундаменту на дію поперечної сили 56
2.2.7 Армування підколонника 56
Розділ 3. Технологія і організація будівельного виробництва 57
3.1 Характеристика умов будівництва та підготовка будівельного майданчика 57
3.2 Технологічна карта на зведення надземної частини будівлі 59
3.3 Вибір монтажного крану 62
3.3.1 Визначення необхідної вантажопідйомності крана 63
3.3.2 Визначення необхідної висоти підйому гака 63
3.3.3 Визначення необхідного вильоту стріли 64
3.4 Монтаж збірних залізобетонних конструкцій надземної частини будівлі 65

3.5 Контроль якості опалубних, арматурних і бетонних робіт 67
3.6 Вимоги з охорони праці 68
Розділ 4. Охорона праці 71
4.1 Завдання охорони праці у будівництві 71
4.2 Аналіз умов праці на будівельному майданчику 72
4.3 Організація безпечного та нешкідливого виконання робіт 74
4.4 Розрахунок небезпечної зони 76
4.5 Пожежна безпека на об'єкті 78
Список використаних джерел 81

Розділ 1. Архітектурно-будівельна частина

1.1 Характеристика ділянки будівництва

Місцем будівництва проєктованої будівлі адміністративно-логістичного центру прийнято територію в місті Львів. Ділянка будівництва розташована в межах сформованої міської забудови та має зручний транспортний зв’язок з існуючою вулично-дорожньою мережею, що є важливою умовою для функціонування об’єкта логістичного призначення.

Рельєф ділянки характеризується відносно спокійним характером із незначним ухилом, що дозволяє організувати відведення поверхневих вод від будівлі та проїздів у напрямку понижених відміток території. Вертикальне планування виконано з урахуванням існуючих позначок земної поверхні, проєктних відміток підлоги першого поверху, ухилів вимощення, проїздів і тротуарів.

Будівництво адміністративно-логістичного центру передбачається виконувати в одну чергу разом із прокладанням необхідних інженерних мереж, улаштуванням під’їзних шляхів, майданчиків, тротуарів та елементів благоустрою. Такий підхід дозволяє забезпечити комплексне введення об’єкта в експлуатацію та створити необхідні умови для його подальшого функціонування.

На території ділянки передбачено організацію транспортних і пішохідних зв’язків. Проїзди для автотранспорту запроєктовано з твердим асфальтобетонним покриттям. Для руху пішоходів передбачено тротуари з твердим покриттям, які забезпечують безпечний і зручний доступ до входів у будівлю. Ширина тротуарів приймається з урахуванням інтенсивності пішохідного руху та вимог безпечної експлуатації території.

Транспортна схема території передбачає можливість під’їзду до основних функціональних зон будівлі, зокрема до адміністративної частини, зони завантаження-розвантаження та місць тимчасового зберігання вантажів. Рух автотранспорту організовано таким чином, щоб мінімізувати перетин

транспортних і пішохідних потоків. Для забезпечення пожежної безпеки передбачено можливість під'їзду пожежної техніки до будівлі.

Особливу увагу приділено благоустрою та озелененню території. До початку виконання основних будівельних робіт передбачається зняття родючого шару ґрунту з подальшим його складуванням і використанням під час озеленення. Після завершення будівництва територія підлягає плануванню, очищенню від будівельного сміття та відновленню порушених ділянок.

Озеленення території передбачає влаштування газонів, висадження дерев і декоративних кущів, а також формування квітників у зонах візуального сприйняття будівлі. Добір зелених насаджень здійснюється з урахуванням кліматичних умов м. Львова, стійкості рослин до міського середовища та вимог безпечної експлуатації території. Зелені насадження виконують не лише декоративну, а й санітарно-захисну функцію, сприяють поліпшенню мікроклімату ділянки та зменшенню запиленості повітря.

Покриття проїздів передбачається виконати з асфальтобетону, а пішохідні доріжки та майданчики — з тротуарної плитки або іншого твердого покриття. Таке рішення забезпечує довговічність, зручність експлуатації та належний архітектурний вигляд території адміністративно-логістичного центру.

Вертикальне планування території виконано з метою забезпечення раціонального розміщення будівлі на ділянці, організації відведення поверхневих вод, зручного під'їзду транспорту та безпечного руху пішоходів. Проєктна відмітка чистої підлоги першого поверху адміністративно-логістичного центру становить 150,75 м.

Кліматичні характеристики району будівництва адміністративно-логістичного центру в м. Львів прийнято відповідно до ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 «Будівельна кліматологія» [2]. Наведені кліматичні параметри використовуються під час розроблення архітектурно-будівельних, конструктивних та інженерних рішень, а також при проєктуванні систем

опалення, вентиляції, кондиціонування, водовідведення та благоустрою території.

Місто Львів характеризується помірно континентальним кліматом із відносно м’якою зимою, помірно теплим літом, значною вологістю повітря та достатньо великою кількістю атмосферних опадів. [1].

Основні кліматичні параметри для м. Львів наведено в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 — Основні кліматичні характеристики району будівництва

Показник	Значення для м. Львів
Середньорічна температура повітря	+7,4 °C
Середня температура січня	−4,0 °C
Середня температура липня	+17,7 °C
Розрахункова температура найбільш холодної доби забезпеченістю 0,98	−25 °C
Розрахункова температура найбільш холодної доби забезпеченістю 0,92	−24 °C
Початок опалювального періоду при переході через +8 °C	18 жовтня
Закінчення опалювального періоду при переході через +8 °C	15 квітня
Початок періоду при переході через +10 °C	5 жовтня
Закінчення періоду при переході через +10 °C	24 квітня
Середньорічна відносна вологість повітря	79 %
Річна кількість атмосферних опадів	742 мм
Переважаючий напрямок вітру в січні	західний
Середня швидкість вітру в січні	4,0 м/с
Переважаючий напрямок вітру в липні	західний
Середня швидкість вітру в липні	2,8 м/с

Температурний режим району будівництва має виражену сезонність. Найнижчі середні місячні температури спостерігаються в зимовий період, зокрема у січні, коли середня температура повітря становить −4,0 °C. Найвищі середні температури припадають на літні місяці, при цьому середня температура липня становить +17,7 °C. Середньорічна температура повітря для м. Львів дорівнює +7,4 °C.

Опалювальний період для м. Львів визначається за датами переходу середньодобової температури повітря через +8 °C. Його початок припадає орієнтовно на 18 жовтня, а закінчення — на 15 квітня.

Вологісний режим території характеризується підвищеною відносною вологістю повітря. Середньорічне значення відносної вологості становить близько 79 %. Найбільші значення вологості спостерігаються в осінньо-зимовий період.

Річна кількість атмосферних опадів для м. Львів становить 742 мм. Найбільша кількість опадів припадає на теплий період року, зокрема на літні місяці. У зв’язку з цим при проєктуванні будівлі та прилеглої території необхідно передбачити надійну систему організованого водовідведення з покрівлі, проїздів, тротуарів і майданчиків. Вертикальне планування ділянки повинно забезпечувати відведення поверхневих вод від будівлі у напрямку понижених відміток території або до мережі дощової каналізації.

Вітровий режим м. Львів характеризується переважанням західних та південно-східних напрямків вітру. У січні переважає західний напрямок вітру із середньою швидкістю 4,0 м/с, у липні також переважає західний напрямок із середньою швидкістю 2,8 м/с [1, 2].

1.2 Об’ємно-планувальне рішення

Проєктована будівля адміністративно-логістичного центру в м. Львів належить до будівель II класу. Ступінь вогнестійкості будівлі прийнято II, ступінь довговічності — II. Прийняті показники відповідають

функціональному призначенню об’єкта, умовам його експлуатації та вимогам щодо надійності, безпеки й довговічності будівельних конструкцій.

Будівля адміністративно-логістичного центру має в плані конфігурацію, наближену до прямокутної. Така форма є раціональною для розміщення адміністративних, складських, логістичних і допоміжних приміщень, оскільки забезпечує зручну організацію внутрішніх функціональних зв’язків, ефективне використання площі та можливість чіткого зонування будівлі.

Основні геометричні параметри будівлі прийнято такими:

– довжина будівлі в осях — 147,9 м;
– ширина будівлі в осях — 36,0 м;
– висота будівлі — 14,8 м.

Об’ємно-планувальне рішення передбачає поділ будівлі на декілька функціональних зон: адміністративну, логістично-складську, допоміжну, побутову та технічну.

Адміністративна частина призначена для розміщення кабінетів керівництва, приймальні, планового відділу, бухгалтерії, приміщень для укладання договорів, конференц-залу та інших службових приміщень.

Логістично-складська частина будівлі передбачена для приймання, тимчасового зберігання, обліку, сортування та відвантаження продукції або матеріальних ресурсів.

До допоміжних і побутових приміщень належать кімнати обслуговуючого персоналу, гардеробні, санітарні вузли, приміщення охорони, тамбури, коридори та інші приміщення, необхідні для нормальної експлуатації будівлі.

Конструктивна схема будівлі прийнята каркасною. Адміністративна та логістично-складська частини будівлі виконуються з повним каркасом.

Крок крайніх колон прийнято 3,0 м, крок середніх колон — 6,0 м. Прийнята сітка колон відповідає планувальним вимогам будівлі та забезпечує раціональне розміщення основних і допоміжних приміщень.

Внутрішнє планування будівлі передбачає чітке розмежування основних і допоміжних потоків. Рух працівників, відвідувачів і вантажів організовується таким чином, щоб уникнути їх небажаного перетину. Комунікаційні приміщення — коридори, холи, тамбури та сходові клітки — забезпечують зручний зв’язок між окремими функціональними зонами будівлі та безпечну евакуацію людей у разі виникнення аварійної ситуації.

У будівлі передбачено приміщення охорони, які розташовуються біля основних входів та в’їздів.

Санітарно-побутові приміщення розміщуються з урахуванням зручності користування працівниками та відвідувачами. Передбачено чоловічі та жіночі вбиральні, санітарні вузли для персоналу, а також приміщення обслуговуючого персоналу.

Адміністративні приміщення розташовуються компактно, що забезпечує зручні функціональні зв’язки між кабінетами, приймальнею, бухгалтерією, плановим відділом і приміщеннями для переговорів.

Окремі приміщення можуть бути передбачені для оренди або перспективного перепланування.

Категорії приміщень за вибухопожежною та пожежною небезпекою приймаються відповідно до характеру технологічних процесів, виду матеріалів, що зберігаються, та умов експлуатації. Для адміністративних, побутових і більшості допоміжних приміщень попередньо може бути прийнята категорія Д. Для складських і логістичних зон категорія уточнюється окремо залежно від виду продукції, тари, пакувальних матеріалів і режиму зберігання.

Експлікація приміщень адміністративно-логістичного центру включає адміністративні кабінети, приймальню, приміщення охорони, холи, коридори, санітарно-побутові приміщення, приміщення персоналу, конференц-зал, складські та логістичні приміщення, а також допоміжні й технічні приміщення. Склад і площі приміщень приймаються відповідно до

функціонального призначення будівлі, завдання на проєктування та планувальної схеми поверхів [3].

1.3 Основні конструктивні елементи будівлі

Основними конструктивними елементами будівлі є фундаменти, колони, несучі конструкції покриття, зовнішні огороджувальні конструкції, перегородки, прорізи, підлоги та покрівля. Згідно з навчальними положеннями з архітектури будівель, конструктивні елементи формують просторову структуру будівлі та забезпечують її надійну роботу під дією експлуатаційних навантажень [3].

Фундаменти. Під колони несучого каркаса передбачено влаштування монолітних залізобетонних фундаментів склянкового типу. Фундаменти встановлюються на підбетонку товщиною 100 мм з бетону класу В15. Для спирання зовнішніх стінових конструкцій в адміністративній частині будівлі передбачено фундаментні балки трапецієподібного перерізу. У логістично-складській частині, де передбачається інтенсивніший рух транспорту та можливе влаштування воріт, застосовуються додаткові монолітні залізобетонні елементи з бетону класу В15.

По верху фундаментних балок на відмітці мінус 0,030 м передбачається горизонтальна гідроізоляція з рулонного матеріалу типу лінокром.

Фундаментні балки спираються на бетонні стовпчики розміром 300×200 мм через шар цементно-піщаного розчину. Стовпчики встановлюються на уступи фундаментів. Під фундаментними балками передбачається засипка з непучинистого матеріалу, що зменшує вплив сил морозного здимання ґрунту на конструкції. У місцях розташування воріт передбачається влаштування монолітних фундаментів перерізом 700×700 мм і висотою 1000 мм.

Вимощення. Для захисту фундаментів і ґрунтової основи від зволоження атмосферними опадами по периметру будівлі передбачено асфальтобетонне вимощення шириною 1,0 м. Його основне призначення

полягає у відведенні поверхневих вод від зовнішніх стін і фундаментів будівлі [3].

Конструкція вимощення передбачає улаштування підготовленого корита, заповнення його шаром щебеню, просоченого бітумом, товщиною 100–150 мм, та влаштування асфальтового покриття товщиною 30 мм. Для забезпечення ефективного водовідведення ухил вимощення приймається від будівлі та становить 3 %.

Колони. У будівлі адміністративно-логістичного центру передбачено застосування колон двох типів залежно від функціональної зони. В адміністративній частині використовуються збірні залізобетонні колони перерізом 400×400 мм. Вони забезпечують сприйняття навантажень від перекриттів, покриття та огороджувальних конструкцій.

У логістично-складській частині, де необхідно забезпечити більші прольоти та вільний простір для організації технологічних процесів, передбачено металеві колони типу 30К1.

Несучі конструкції покриття. Для адміністративної частини будівлі запроєктовано збірне залізобетонне покриття, яке складається з плит, укладених по несучих балках. Таке рішення є надійним і технологічно зручним для будівель із регулярною сіткою колон. У логістично-складській частині основним несучим елементом покриття є металева ферма індивідуального проєктування. Застосування металевих ферм дозволяє перекривати значні прольоти без улаштування проміжних опор, що є важливою умовою для ефективної організації складських і логістичних процесів.

Зовнішні стіни. Зовнішні огороджувальні конструкції прийнято відповідно до функціонального призначення окремих частин будівлі. У логістично-складській частині зовнішні стіни виконуються із сендвіч-панелей товщиною 150 мм, які кріпляться до металевого фахверка. Таке рішення забезпечує швидкий монтаж, достатні теплоізоляційні властивості та сучасний архітектурний вигляд будівлі.

В адміністративній частині передбачено застосування стінових панелей із легкого бетону. Панелі завдовжки 6 м кріпляться до колон за допомогою анкерів із пластинами. Монтаж панелей здійснюється по шару цементно-піщаного розчину. Для забезпечення герметичності вертикальних і горизонтальних стиків у шви укладається пароізоляційний матеріал, а з зовнішнього боку стики герметизуються мастикою.

Перегородки. Внутрішні перегородки в адміністративних, побутових і допоміжних приміщеннях передбачено виконувати з глиняної цегли марки М75 на цементно-піщаному розчині марки М25. Товщина перегородок становить 120 мм, висота — до 3,0 м.

Перегородки є самонесучими конструкціями та не сприймають навантаження від перекриттів і покриття. Для забезпечення стійкості вони кріпляться до колон каркаса. Армування перегородок виконується через кожні чотири ряди кладки сіткою, що підвищує їх тріщиностійкість і просторову жорсткість.

Специфікація елементів перемичок, збірних залізобетонних виробів наведено в графічних матеріалах диплому.

Покриття і покрівля. В адміністративній частині будівлі покриття передбачено зі збірних ребристих залізобетонних плит марки 3ПГ6. Плити укладаються на несучі балки, а шви між ними заповнюються цементно-піщаним розчином марки М100.

Конструкція покрівлі включає шар пароізоляції, теплоізоляційний шар із плит типу DACHROCK товщиною 200 мм, підкладковий шар рулонного матеріалу, два шари термонаплавлюваного покрівельного матеріалу та захисний шар гравію. Така конструкція забезпечує захист будівлі від атмосферних опадів, тепловтрат і температурних впливів.

Водовідведення з покрівлі прийнято зовнішнім організованим. Для відведення атмосферних вод передбачено встановлення водоприймальних воронок і водостічних елементів. Організоване водовідведення запобігає зволоженню фасадів, фундаментів та вимощення.

Віконні, дверні прорізи та ворота. Заповнення віконних прорізів передбачено металопластиковими конструкціями, виготовленими за індивідуальним замовленням. Віконні блоки встановлюються відповідно до вимог ДСТУ EN 14351-1:2020, який поширюється на віконні та дверні блоки для будинків і споруд різного призначення [4].

Кріплення віконних блоків виконується за допомогою анкерних або кріпильних елементів. Мінімальна глибина закладання кріплень у стіну повинна забезпечувати надійність фіксації конструкції. Кріплення рам починається на відстані 150 мм від внутрішніх кутів, а відстань між точками кріплення приймається не більше 600 мм. Монтажний зазор між блоком і прорізом заповнюється пінополіуретановою піною.

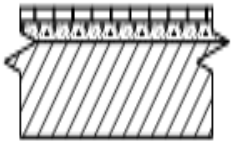
Зовнішні дверні блоки також передбачено металопластиковими або металевими залежно від функціонального призначення приміщення. У місцях в'їзду транспорту до логістично-складської частини передбачаються металеві ворота. Заповнення прорізів має забезпечувати зручність експлуатації, теплозахист, герметичність і безпеку користування.

Відомість прорізів вікон та дверей, специфікація елементів заповнення прорізів наведено в графічних матеріалах дипломної роботи .

Підлоги. Типи підлог прийнято залежно від призначення приміщень і характеру експлуатаційних навантажень. У будівлі передбачено такі основні види підлог: із керамічної плитки, ламінату, бетонні підлоги та бетонні підлоги з гідроізоляційним шаром.

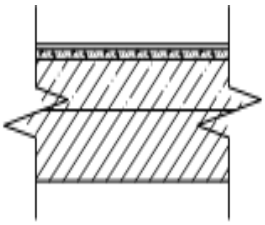
У приміщеннях із підвищеними вимогами до зносостійкості та санітарного утримання передбачається покриття з керамічної плитки по цементно-піщаному розчину – тип 1 (рис. 1.1, а). В адміністративних кабінетах і службових приміщеннях може застосовуватися ламінат по підготовленій основі – тип 2 (рис. 1.1, б). У санітарно-побутових приміщеннях передбачено підлоги з гідроізоляцією, що забезпечує захист нижче розташованих конструкцій від можливого зволоження – тип 3 (рис. 1.1., с). Для логістичних і складських зон приймаються бетонні підлоги по

ущільненій щебеневій основі – тип 4 (рис. 1.1, д). Такі підлоги здатні сприймати підвищені експлуатаційні навантаження від складського обладнання, транспорту та переміщення вантажів.



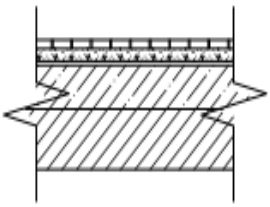
керамічна плитка 10 мм,
цементно-піщаний розчин 15 мм
залізобетонна плита

а)



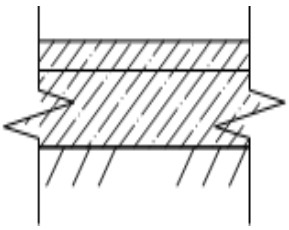
ламінат 10 мм
цементно-піщаний розчин 15 мм
стяжка з легкого бетону 30 мм
залізобетонна плита

б)



керамічна плитка 10 мм
цементно-піщаний розчин 15 мм
гідроізоляція
стяжка з легкого бетону 30 мм
залізобетонна плита

с)



керамічна плитка 10 мм
цементно-піщаний розчин 15 мм
бетон класу в15, 30 мм
ущільнений щебенем грунт

д)

Рисунок 1.1. – Експлікація підлог: а – тип 1, б – тип 2, с – тип 3, д – тип 4

Внутрішнє та зовнішнє оздоблення. Внутрішнє оздоблення приміщень прийнято відповідно до їх функціонального призначення. У громадських, адміністративних і коридорних приміщеннях передбачаються підвісні стелі типу «Армстронг» або гіпсокартонні системи. Стіни оздоблюються водоемульсійним фарбуванням, шпалерами або керамічною плиткою залежно від типу приміщення.

У санітарних вузлах і вбиральнях стіни облицьовуються керамічною плиткою, що забезпечує гігієнічність, вологостійкість і простоту догляду. У службових та адміністративних приміщеннях застосовуються матеріали, які відповідають вимогам довговічності, естетичності та зручності експлуатації.

Зовнішнє оздоблення будівлі формується за рахунок застосування сендвіч-панелей, стінових панелей і сучасних світлопрозорих конструкцій.

1.4 Теплотехнічний розрахунок огороджувальних конструкцій

Теплотехнічний розрахунок огороджувальних конструкцій виконується з метою перевірки їх відповідності вимогам енергоефективності, забезпечення нормативного теплового режиму приміщень, зменшення тепловтрат у холодний період року та недопущення утворення конденсату на внутрішніх поверхнях конструкцій. Огороджувальні конструкції будівлі виконують роль теплоізоляційної оболонки, яка відокремлює внутрішнє повітря приміщень від зовнішнього кліматичного середовища [5].

Для адміністративно-логістичного центру в м. Львів розрахунок виконується для основних огороджувальних конструкцій: зовнішньої вертикальної стінової конструкції та горизонтальної конструкції покриття.

Місто Львів належить до II температурної зони України. У довідкових кліматичних параметрах для Львова наведено розрахункові значення температур холодного періоду року, зокрема для зимових умов приймається розрахункова температура зовнішнього повітря $t_з = -19$ °C.

Для адміністративних і громадських приміщень приймаємо такі розрахункові параметри внутрішнього мікроклімату [2]:

$t_в = 20$ °C — розрахункова температура внутрішнього повітря;

$\varphi_в = 60$ % — розрахункова відносна вологість внутрішнього повітря;

умови експлуатації матеріалів — Б;

$\alpha_в = 8{,}7$ Вт/(м²·К) — коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні;

$\alpha_з = 23$ Вт/(м²·К) — коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні.

Опір теплопередачі термічно однорідної багатошарової огороджувальної конструкції визначається за формулою [6]:

$R\Sigma = 1/\alpha в + \Sigma(\delta i/\lambda i) + 1/\alpha з$,

де $R\Sigma$ — опір теплопередачі конструкції, м²·К/Вт;

δi — товщина і-го шару конструкції, м;

λi — коефіцієнт теплопровідності матеріалу і-го шару, Вт/(м·К);

$\alpha в$, $\alpha з$ — коефіцієнти тепловіддачі відповідно внутрішньої та зовнішньої поверхонь.

Згідно з наведеними нормативними положеннями, мінімально допустиме значення опору теплопередачі для зовнішніх стін громадських будівель у II температурній зоні становить Rq min = 3,50 м²·К/Вт, а для суміщених покриттів, що межують із зовнішнім повітрям, — Rq min = 6,00 м²·К/Вт.

Розрахунок вертикальної огороджувальної конструкції. Зовнішня стінова конструкція логістичної частини будівлі приймається у вигляді сендвіч-панелі з теплоізоляційним шаром.

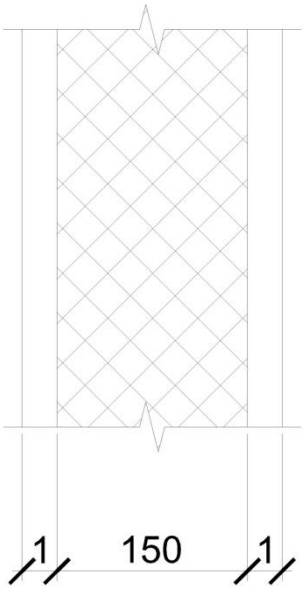


Рисунок 1.2 - Схема стінової конструкції

Вихідні дані для розрахунку:

δ = 150 мм = 0,15 м;

$\lambda = 0{,}05$ Вт/(м·К).

Визначаємо опір теплопередачі стінової панелі:

$R\Sigma = 1/8{,}7 + 0{,}15/0{,}05 + 1/23;$

$R\Sigma = 0{,}115 + 3{,}00 + 0{,}043 = 3{,}158$ м²·К/Вт.

Порівнюємо отримане значення з мінімально допустимим:

$R\Sigma = 3{,}158$ м²·К/Вт $<$ Rq min $= 3{,}50$ м²·К/Вт.

Отже, прийнята товщина теплоізоляційного шару 150 мм є недостатньою для забезпечення нормативного опору теплопередачі зовнішньої стіни в умовах м. Львів.

Визначаємо необхідну товщину теплоізоляційного шару:

$\delta ут = (Rq\ min - 1/\alpha в - 1/\alpha з) \cdot \lambda;$

$\delta ут = (3{,}50 - 1/8{,}7 - 1/23) \cdot 0{,}05;$

$\delta ут = (3{,}50 - 0{,}115 - 0{,}043) \cdot 0{,}05 = 0{,}167$ м.

З урахуванням уніфікації розмірів теплоізоляційних матеріалів приймаємо товщину утеплювача 180 мм.

Перевіряємо фактичний опір теплопередачі при прийнятій товщині:

$R\Sigma = 1/8{,}7 + 0{,}18/0{,}05 + 1/23;$

$R\Sigma = 0{,}115 + 3{,}60 + 0{,}043 = 3{,}758$ м²·К/Вт.

Оскільки $R\Sigma = 3{,}758$ м²·К/Вт $>$ Rq min $= 3{,}50$ м²·К/Вт, прийнята товщина сендвіч-панелі з утеплювачем 180 мм забезпечує нормативний рівень теплозахисту зовнішньої стіни.

Перевірка вертикальної конструкції на можливість утворення конденсату. Температура на внутрішній поверхні зовнішньої стіни визначається за формулою:

$\tau в = tв - (tв - tз)/(R\Sigma \cdot \alpha в).$

$\tau в = 20 - (20 - (-19))/(3{,}758 \cdot 8{,}7);$

$\tau в = 20 - 39/32{,}69 = 18{,}81$ °С.

Визначаємо температуру точки роси для внутрішнього повітря при $tв = 20$ °С і $\varphi в = 60$ %.

Максимальна пружність водяної пари:

$Ев = 477 + 133,3 \cdot (1 + 0,14 \cdot tв)^2$;

$Ев = 477 + 133,3 \cdot (1 + 0,14 \cdot 20)^2 = 2401,85$ Па.

Дійсна пружність водяної пари:

$ев = 0,01 \cdot φв \cdot Ев$;

$ев = 0,01 \cdot 60 \cdot 2401,85 = 1441,11$ Па.

Температура точки роси:

$τр = 20,1 - (5,75 - 0,00206 \cdot ев)^2$;

$τр = 20,1 - (5,75 - 0,00206 \cdot 1441,11)^2 = 12,27$ °С.

Порівнюємо отримані значення:

$τв = 18,81$ °С > $τр = 12,27$ °С.

Умова виконується, отже, конденсат на внутрішній поверхні зовнішньої стіни не утворюється. Прийнята товщина утеплювача забезпечує необхідний тепловологісний режим конструкції.

Розрахунок горизонтальної огороджувальної конструкції покриття. Покриття адміністративно-логістичного центру приймається багатошаровим. До його складу входять пароізоляційний шар, теплоізоляційний шар, залізобетонна плита покриття та покрівельні шари. У вихідному конструктивному рішенні передбачено застосування пароізоляційної плівки ROCKWOOL, утеплювача DACHROCK, рулонних покрівельних матеріалів і захисного шару.

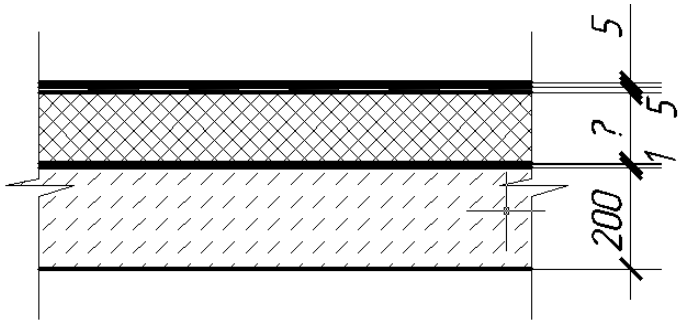


Рисунок 1.3 – Схема конструкції покриття

Для розрахунку приймаємо такі шари конструкції:

Паробар'єр: $δ1 = 0,005$ м; $λ1 = 0,17$ Вт/(м·К).

Теплоізоляційний шар DACHROCK MAX: δ2 = ?; λ2 = 0,043 Вт/(м·К).

Пароізоляція ROCKWOOL: δ3 = 0,001 м; λ3 = 0,23 Вт/(м·К).

Залізобетонна плита покриття: δ4 = 0,25 м; λ4 = 2,04 Вт/(м·К).

Мінімально допустимий опір теплопередачі для суміщеного покриття в II температурній зоні:

Rq min = 6,00 м²·К/Вт.

Визначаємо необхідну товщину теплоізоляційного шару:

δут = (Rq min − 1/αв − δ1/λ1 − δ3/λ3 − δ4/λ4 − 1/αз) · λ2;

δут = (6,00 − 1/8,7 − 0,005/0,17 − 0,001/0,23 − 0,25/2,04 − 1/23) · 0,043;

δут = (6,00 − 0,115 − 0,029 − 0,004 − 0,123 − 0,043) · 0,043;

δут = 5,686 · 0,043 = 0,244 м.

З урахуванням уніфікованих розмірів теплоізоляційних плит приймаємо товщину утеплювача 250 мм.

Перевіряємо фактичний опір теплопередачі покриття:

RΣ = 1/8,7 + 0,005/0,17 + 0,25/0,043 + 0,001/0,23 + 0,25/2,04 + 1/23;

RΣ = 0,115 + 0,029 + 5,814 + 0,004 + 0,123 + 0,043;

RΣ = 6,128 м²·К/Вт.

Оскільки RΣ = 6,128 м²·К/Вт > Rq min = 6,00 м²·К/Вт, прийнята товщина теплоізоляційного шару 250 мм забезпечує нормативний теплозахист горизонтальної огороджувальної конструкції.

Перевірка покриття на можливість утворення конденсату

Температура на внутрішній поверхні покриття визначається за формулою:

τв = tв − (tв − tз)/(RΣ · αв).

τв = 20 − (20 − (−19))/(6,128 · 8,7);

τв = 20 − 39/53,31 = 19,27 °С.

Температура точки роси для внутрішнього повітря при tв = 20 °С і φв = 60 % становить:

τр = 12,27 °С.

Порівнюємо отримані значення:

$\tau_в = 19{,}27\ °C > \tau_р = 12{,}27\ °C$.

Отже, умова відсутності конденсації виконується. Конденсат на внутрішній поверхні покриття не утворюється, а прийнята товщина теплоізоляційного шару є достатньою.

1.5 Санітарно-технічне та інженерне обладнання

Проєктована будівля адміністративно-логістичного центру в м. Львів обладнується комплексом санітарно-технічних та інженерних систем, які забезпечують нормальні умови експлуатації приміщень, комфортну роботу персоналу, безпечне перебування відвідувачів, а також належне функціонування логістичних і допоміжних зон.

До складу інженерного обладнання будівлі входять системи опалення, вентиляції, водопостачання, каналізації, електропостачання, внутрішнього освітлення, пожежної сигналізації, зв’язку, блискавкозахисту та водовідведення. Проєктування інженерних мереж виконується з урахуванням функціонального призначення будівлі, кліматичних умов м. Львів, санітарно-гігієнічних вимог, вимог пожежної безпеки та енергоефективності.

Опалення. Система опалення адміністративно-логістичного центру передбачається водяною, з підключенням до зовнішніх теплових мереж або автономного джерела теплопостачання відповідно до технічних умов. Опалення призначене для підтримання нормативної температури внутрішнього повітря в адміністративних, побутових, допоміжних і логістичних приміщеннях у холодний період року.

У приміщеннях адміністративного призначення передбачається встановлення опалювальних приладів, розміщених переважно біля зовнішніх стін та світлопрозорих огороджувальних конструкцій

Для логістично-складської частини будівлі система опалення приймається з урахуванням значної висоти приміщень, режиму роботи воріт, можливого руху вантажного транспорту та вимог до зберігання матеріалів або продукції. У таких приміщеннях можуть застосовуватися повітряне

опалення, водяні опалювальні прилади або комбінована система, що забезпечує ефективне використання теплової енергії.

Температура внутрішнього повітря в приміщеннях приймається відповідно до їх функціонального призначення. Для адміністративних і службових приміщень вона має забезпечувати комфортні умови праці персоналу, а для складських приміщень — відповідати умовам зберігання продукції та експлуатації обладнання [8, 9].

Вентиляція. У будівлі передбачається система вентиляції, яка забезпечує видалення забрудненого повітря та подачу необхідної кількості свіжого повітря до приміщень. Вентиляція проєктується з урахуванням призначення окремих функціональних зон, кількості людей, режиму експлуатації приміщень і наявності технологічних або побутових джерел забруднення повітря.

В адміністративних приміщеннях передбачається припливно-витяжна вентиляція з механічним або природним спонуканням. Вона забезпечує нормативний повітрообмін, підтримання допустимих параметрів мікроклімату та створення комфортних умов праці.

У санітарних вузлах, побутових приміщеннях, гардеробних і технічних приміщеннях передбачається витяжна вентиляція. Видалення повітря з цих приміщень виконується окремими вентиляційними каналами або повітроводами. Подача повітря до таких приміщень здійснюється через суміжні зони або спеціально передбачені припливні пристрої.

У логістично-складських приміщеннях вентиляція повинна забезпечувати видалення надлишкового тепла, вологи, пилу та інших можливих забруднень повітря. У місцях завантаження і розвантаження передбачається організація повітрообміну з урахуванням можливого відкривання воріт та проникнення холодного повітря в зимовий період [9, 8].

Водопостачання. Водопостачання адміністративно-логістичного центру передбачається від зовнішньої водопровідної мережі. Система внутрішнього водопроводу забезпечує подачу холодної води до санітарно-

технічних приладів, приміщень обслуговуючого персоналу, технічних приміщень, а також до інших споживачів відповідно до функціонального призначення будівлі.

За необхідності передбачається система гарячого водопостачання. Гаряча вода подається до санітарно-побутових приміщень, кімнат персоналу, приміщень прибирання та інших зон, де це передбачено санітарними вимогами.

Внутрішні мережі водопостачання прокладаються з урахуванням зручності експлуатації, можливості ремонту та обслуговування. На вводі водопроводу до будівлі передбачається встановлення запірної арматури, водомірного вузла та необхідних пристроїв для контролю і регулювання подачі води [9, 10].

Каналізація. Для відведення побутових стічних вод від санітарно-технічних приладів передбачається внутрішня система каналізації з підключенням до зовнішньої міської каналізаційної мережі. Стічні води відводяться від умивальників, унітазів, мийок, душових, приміщень прибирання та інших санітарно-технічних приладів.

Каналізаційні стояки розміщуються у спеціальних шахтах або біля санітарних вузлів для забезпечення компактності інженерних мереж і зручності їх обслуговування. Трубопроводи прокладаються з необхідними ухилами, що забезпечують самопливне відведення стічних вод.

У приміщеннях, де можливе потрапляння води на підлогу, передбачається влаштування трапів або інших пристроїв для її відведення. Для запобігання проникненню неприємних запахів із каналізаційної мережі всі санітарно-технічні прилади обладнуються гідравлічними затворами [9, 11].

Внутрішнє водовідведення та дощова каналізація. Відведення атмосферних опадів з покрівлі будівлі передбачається організованим. Вода з покрівлі відводиться через систему водоприймальних воронок, водостічних

труб або лотків до зовнішньої мережі дощової каналізації. Прийняте рішення запобігає зволоженню фасадів, вимощення та фундаментів будівлі.

Вертикальне планування території виконується таким чином, щоб поверхневі води відводилися від будівлі до понижених ділянок рельєфу або до водоприймальних елементів дощової каналізації. Для захисту фундаментів від зволоження по периметру будівлі передбачається вимощення з ухилом від зовнішніх стін [9, 10].

Електропостачання та освітлення. Електропостачання адміністративно-логістичного центру передбачається від зовнішніх електричних мереж відповідно до технічних умов енергопостачальної організації. Електроенергія використовується для живлення освітлення, вентиляційного обладнання, систем водопостачання, автоматики, зв'язку, охоронної та пожежної сигналізації, а також технологічного обладнання логістичної частини.

У будівлі передбачається робоче, аварійне та евакуаційне освітлення. Робоче освітлення забезпечує необхідний рівень освітленості в адміністративних, складських, побутових і технічних приміщеннях. Аварійне та евакуаційне освітлення призначене для безпечного виходу людей із будівлі у разі відключення основного електропостачання.

Освітлювальні прилади розміщуються з урахуванням призначення приміщень, висоти встановлення, характеру виконуваних робіт і вимог енергоефективності. У складських і логістичних приміщеннях передбачається рівномірне освітлення робочих зон, проходів, проїздів і зон завантаження-розвантаження [9, 12].

Слабкострумові мережі, зв'язок та автоматизація. У будівлі адміністративно-логістичного центру передбачаються слабкострумові системи, які забезпечують зв'язок, передачу даних, контроль доступу та безпеку експлуатації об'єкта. До їх складу можуть входити телефонна мережа, комп'ютерна мережа, система відеоспостереження, охоронна

сигналізація, система контролю доступу та диспетчеризація інженерного обладнання.

Система відеоспостереження передбачається для контролю вхідних груп, зон завантаження-розвантаження, складських приміщень, паркувальних майданчиків і периметра території. Контроль доступу дозволяє розмежувати зони вільного та обмеженого перебування, що є важливим для адміністративно-логістичного об’єкта [9, 13].

Пожежна сигналізація та протипожежні системи. Для забезпечення пожежної безпеки в будівлі передбачається система пожежної сигналізації, яка забезпечує своєчасне виявлення ознак пожежі та подачу сигналу оповіщення. У разі виникнення пожежної небезпеки система повинна забезпечити передачу сигналу на пульт контролю та запуск системи оповіщення людей про пожежу. У будівлі також передбачається система оповіщення та управління евакуацією людей. Евакуаційні виходи, коридори, сходові клітки та інші шляхи евакуації обладнуються покажчиками напрямку руху й аварійним освітленням.

За необхідності, залежно від категорії приміщень за пожежною небезпекою, площі та функціонального призначення окремих зон, можуть передбачатися внутрішній протипожежний водопровід, пожежні крани, первинні засоби пожежогасіння, автоматичні установки пожежогасіння або димовидалення [9, 14].

Блискавкозахист і заземлення. Будівля адміністративно-логістичного центру обладнується системою блискавкозахисту, яка призначена для захисту людей, будівельних конструкцій, інженерного обладнання та електричних мереж від дії прямих ударів блискавки та вторинних проявів грозових розрядів.

Система блискавкозахисту включає блискавкоприймачі, струмовідводи та заземлювальний пристрій. Усі металеві елементи, електрообладнання та інженерні мережі, які можуть опинитися під напругою, підлягають заземленню або зрівнюванню потенціалів [15].

Розділ 2. Розрахунково-конструктивна частина

2.1 Розрахунок надземної частини об’єкта будівництва

2.1.1 Розрахунок рами

Розрахунок несучої рами адміністративно-логістичного центру виконується з метою визначення зусиль у її елементах, перевірки міцності, жорсткості та стійкості конструкцій, а також подальшого підбору перерізів несучих елементів каркаса. На раму діють постійні та тимчасові навантаження, зокрема власна вага конструкцій покриття, вага елементів огородження, підшивної стелі, а також снігове навантаження.

Розрахунок виконується відповідно до вимог ДБН В.1.2-2:2006 «Навантаження і впливи».

Снігове навантаження. Граничне розрахункове значення снігового навантаження на горизонтальну проєкцію покриття визначаємо за формулою:

$S_m = \gamma_{fm} \times S_0 \times C$,

де γ_{fm} — коефіцієнт надійності за граничним значенням снігового навантаження (1,14);

S_0 — характеристичне значення снігового навантаження (1350), Па;

C — коефіцієнт, що враховує особливості покриття (1,0);

$S_m = 1,14 \times 1350 \times 1,0 = 1539$ Па.≈154 кг/м²≈1,54 кН/м².

Збір навантаження на покриття. Збір навантажень виконується на 1 м² горизонтальної проєкції покриття. До постійних навантажень належать власна вага конструктивних шарів покриття, утеплювача, профільованого листа, прогонів і підшивної стелі. До тимчасових короткочасних навантажень належить снігове навантаження.

Постійні навантаження від покриття:

профільований лист, δ = 1,0 мм 8,0×1,05=8,4 кг/м²

утеплювач «URSA», δ = 250 мм 12,5×1,20=15,0 кг/ м²

прогін зі швелера № 24 24,0×1,10=26,4 кг/м²

підвісна стеля з гіпсокартону по металевому каркасу 15,0×1,30=19,5 кг/м²

∑=77,7 кг/м²≈ 0,777 кН/м².

Постійні навантаження від перекриття:

керамічна плитка, δ = 10 мм 20,0×1,30=26,0 кг/м²

цементно-піщана стяжка, δ = 30 мм 48,0×1,30=62,4 кг/м²

Залізобетонне перекриття, δ = 100 мм 250,0×1,20=300,0 кг/м²

∑=388,4 кг/м²≈ 3,884 кН/м²

Корисне навантаження ∑=154,0+388,4=542,4 кг/м²≈ 5,42 кН/м².

За результатами збору навантажень постійне навантаження від конструкції покриття становить 67,5 кг/м² за нормативним значенням і 77,7 кг/м² за граничним розрахунковим значенням. Постійне навантаження від перекриття становить 318,0 кг/м² за нормативним значенням і 388,4 кг/м² за граничним розрахунковим значенням.

Розрахунок виконується за допомогою програмного комплексу ЛІРА-САПР. Під час створення розрахункової схеми в програмному комплексі ЛІРА-САПР навантаження доцільно задавати окремими завантаженнями: постійне навантаження, снігове навантаження та корисне навантаження. Це дає можливість сформувати необхідні розрахункові сполучення та виконати аналіз роботи каркаса. На офіційному ресурсі LIRALAND наведені навчальні приклади, зокрема щодо розрахунку рами промислової будівлі, формування розрахункових сполучень навантажень і перевірки елементів каркаса [17].

Конструктивна схема вантажної площі рами наведено на рис. 2.1. Крок ферми за схемою дорівнюється 6,0 м. Вантажна площа складає 6,0 м^2/м.п.

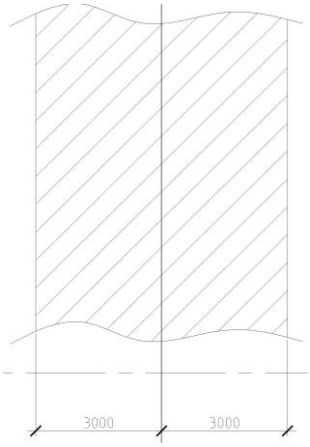


Рисунок 2.1 Конструктивна схема вантажної площі рами

Після задання розрахункової схеми, матеріалів, перерізів елементів, закріплень та навантажень виконано статичний розрахунок несучої рами адміністративно-логістичного центру. За результатами розрахунку отримано переміщення вузлів конструкції та внутрішні зусилля в елементах рами.

Результати розрахунку рами наведено на рис. 2.2 –2.8.

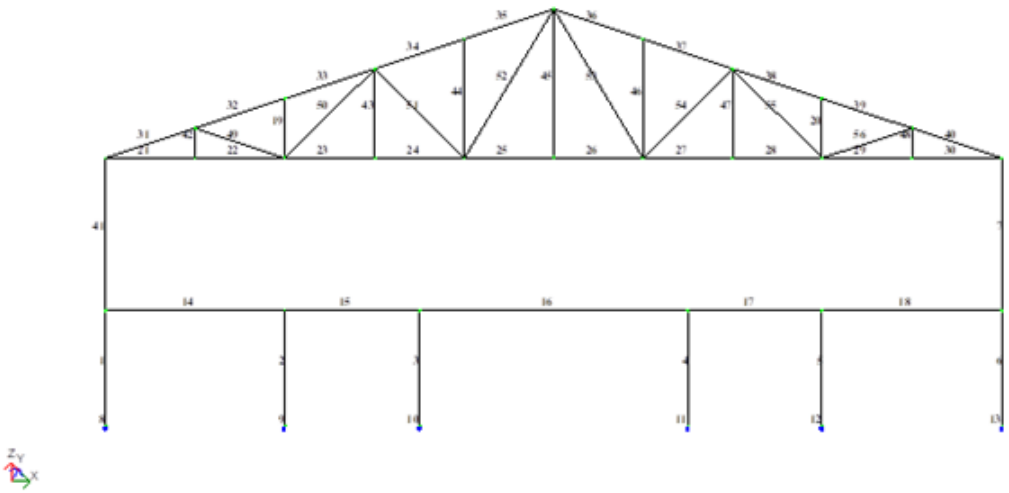


Рисунок 2.2 – Схема розрахунку рами в ПК ЛІРА-САПР

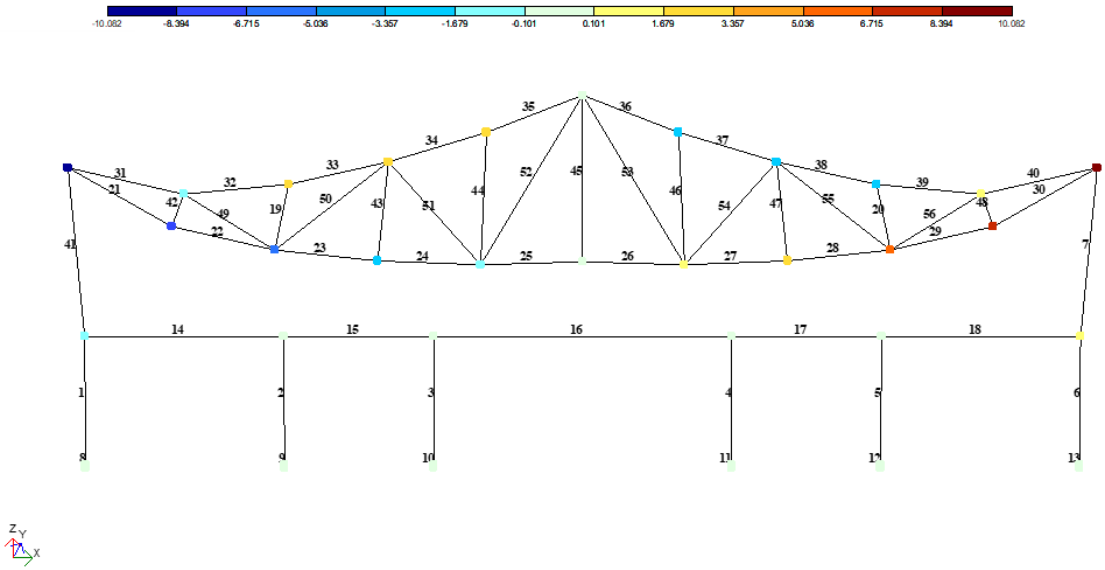


Рисунок 2.3 – Переміщення по осі X в ПК ЛІРА-САПР

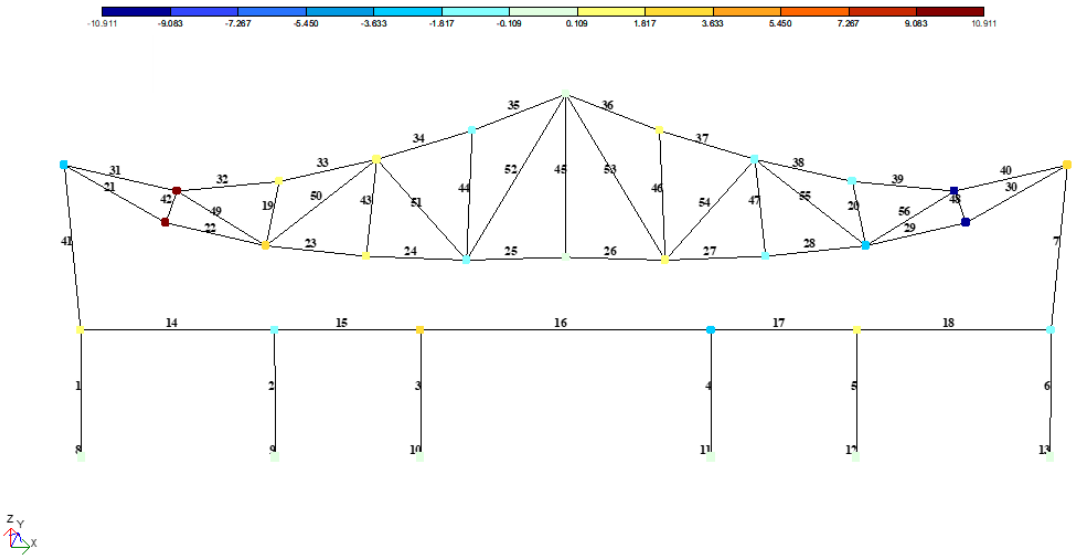


Рисунок 2.4 – Переміщення по осі Y в ПК ЛІРА-САПР

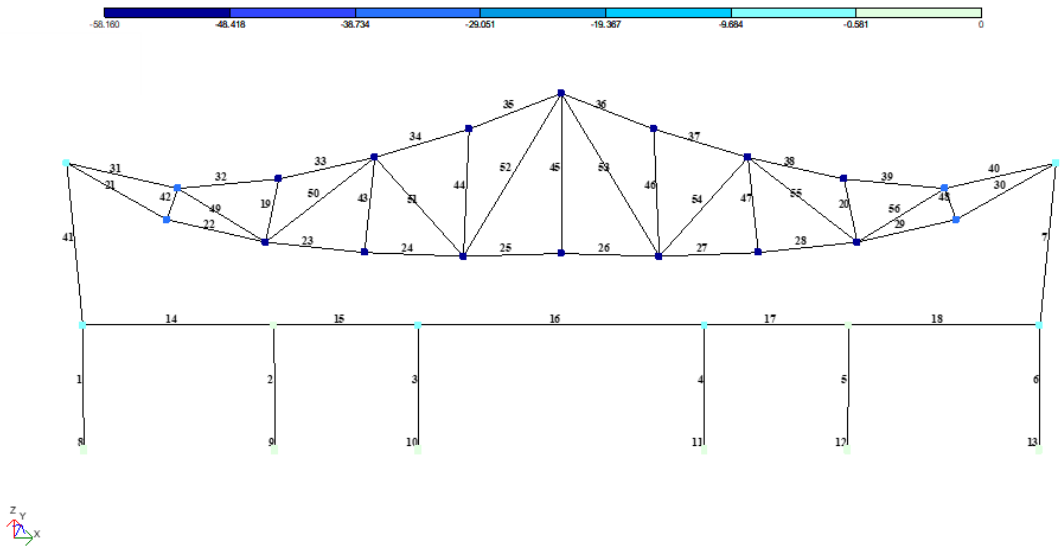


Рисунок 2.5 – Переміщення по осі Z в ПК ЛІРА-САПР

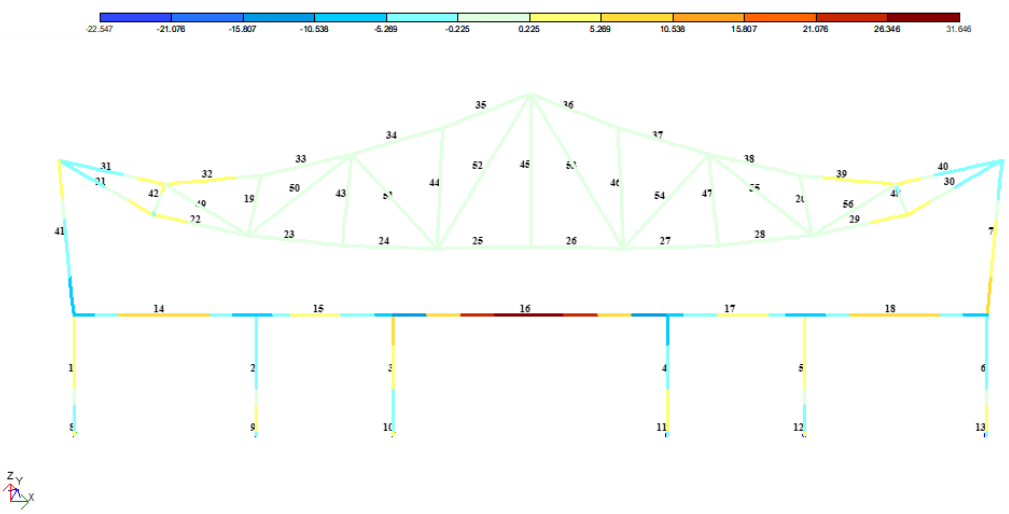


Рисунок 2.6 – Згинальні моменти My в ПК ЛІРА-САПР

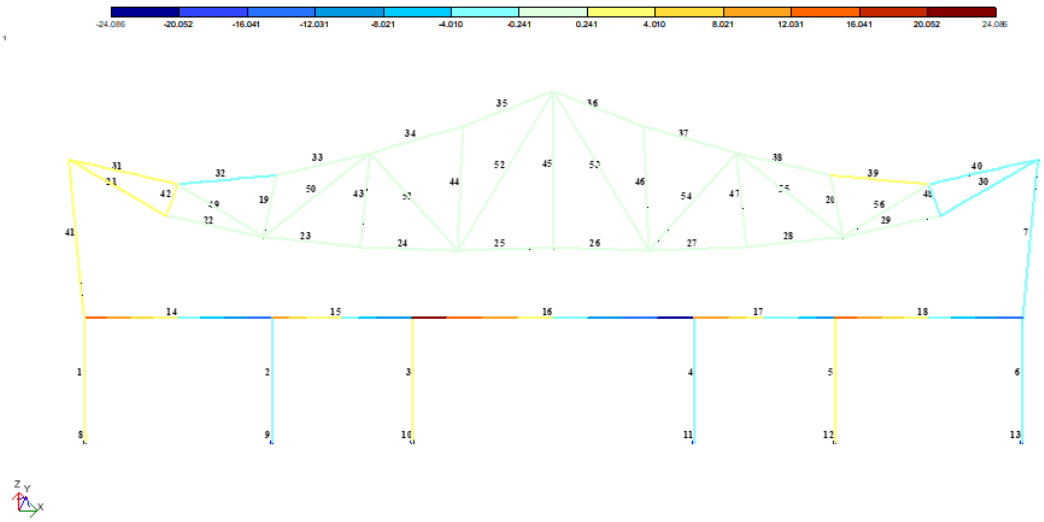


Рисунок 2.7 – Згинальні моменти Mz в ПК ЛІРА-САПР

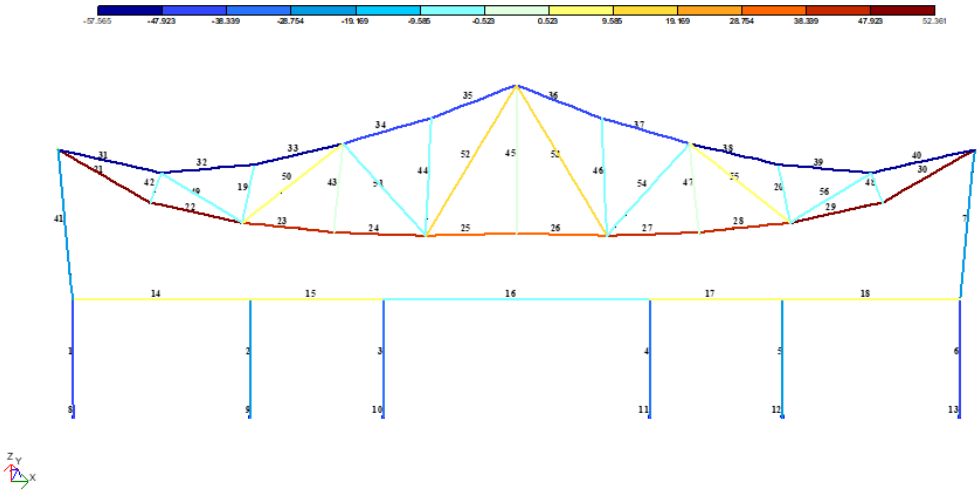


Рисунок 2.8 – Поздовжні сил N в ПК ЛІРА-САПР

Підбір перерізів основних несучих елементів рами виконано за результатами статичного розрахунку в програмному комплексі ЛІРА 9.2. Підбір виконано для основних елементів рами: колон та балок покриття. За результатами розрахунку для балок рами було підібрано двотавровий переріз 40Б1. Результати підбору основних несучих елементів рами наведено на рис. 2.9.

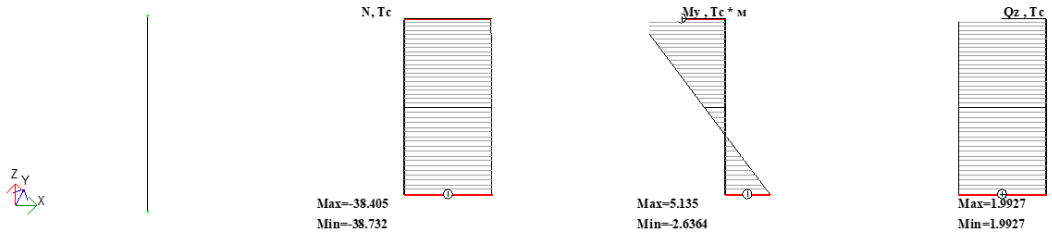


Рисунок 2.9 – Результати підбору в ПК ЛІРА-САПР

2.1.4 Розрахунок ферми

До розрахунку враховуються постійні навантаження від конструкцій покриття та тимчасове снігове навантаження. Навантаження на ферму передається через прогони, які спираються на вузли або верхній пояс ферми.

Вантажна площа визначається з урахуванням кроку рам і кроку прогонів: крок прогонів складає 3,0 м; крок рам – 6,0 м. Схема ферми наведена на рис. 2.10.

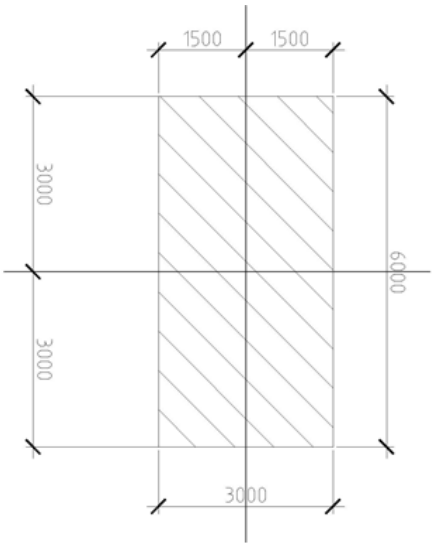


Рисунок 2.10 – Конструктивна схема ферми

Вантажна площа, з якої навантаження передається на один вузол або ділянку ферми, становить: $A = 6,0 \cdot 3,0 = 18,0$ м².

Підбір перерізів елементів ферми виконано за результатами розрахунку в ПК ЛІРА 9.2. У розрахунковій моделі враховано геометричну схему ферми,

закріплення її елементів, дію постійних і тимчасових навантажень, а також розрахункові сполучення навантажень.

Основними елементами ферми є верхній пояс, нижній пояс, стійки та розкоси. Верхній пояс ферми працює переважно на стиск із можливим впливом згину від прикладання навантаження через прогони. Нижній пояс сприймає розтягувальні зусилля, які виникають унаслідок роботи ферми на згин як єдиної несучої системи. Стійки та розкоси забезпечують передачу зусиль між поясами ферми та формують її просторову жорсткість [20, 21].

За результатами розрахунку в програмі ЛІРА 9.2 для елементів ферми прийнято такі перерізи:

верхній пояс ферми — два кутики 125×10;

нижній пояс ферми — два кутики 100×8;

стійки та розкоси — два кутики 75×6.

Результати розрахунку ферми наведено на рис. 2.11 – 2.13.

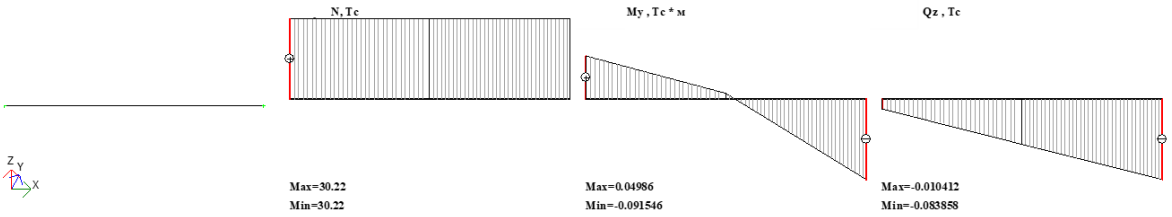


Рисунок 2.11 – Розрахунок нижнього поясу ферми в ПК ЛІРА-САПР

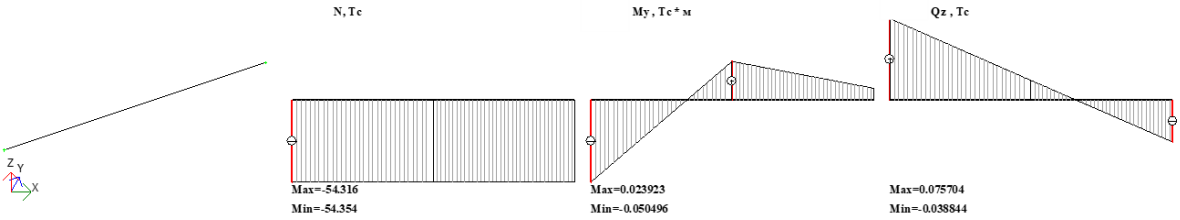


Рисунок 2.12 – Розрахунок верхнього поясу ферми в ПК ЛІРА-САПР

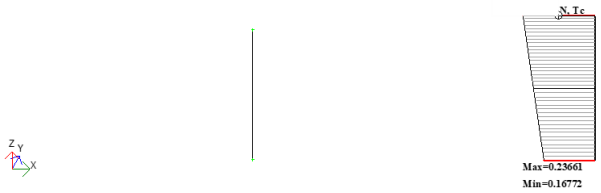


Рисунок 2.13 – Розрахунок стійок та раскосів в ПК ЛІРА-САПР

За результатами розрахунків приймаємо перетин верхнього поясу дорівнює 2 уголка 125х10, нижнього поясу ферми дорівнює 2 уголка 100х8, перетин стійок та раскосів, який дорівнює 2 уголка 75х6.

2.1.5 Розрахунок колони середнього ряду

Для розрахунку приймається колона середнього ряду першого поверху, оскільки вона сприймає найбільше навантаження від перекриття, покриття та суміжних конструктивних елементів. Сітка колон будівлі прийнята 6,0 × 9,0 м. Висота поверху становить 3,9 м.

Поперечний переріз колони прийнято з конструктивних міркувань розміром 300 × 300 мм. На колони спираються збірні залізобетонні ригелі, які виконують роль несучих елементів для плит перекриття та покриття.

Для виготовлення колони прийнято важкий бетон класу В15. З урахуванням коефіцієнта умов роботи бетону γ_{b2} = 0,9 розрахунковий опір бетону стиску становить: R_b = 0,9 × 8,5 = 7,65 МПа, розрахунковий опір бетону розтягу приймається: R_{bt} = 0,9 × 0,75 = 0,675 МПа, початковий модуль пружності бетону для прийнятого класу становить: E_b = 23 000МПа.

Для поздовжнього робочого армування колони прийнято арматуру класу А400. Розрахунковий опір арматури для першої групи граничних станів становить: Rs = 363,6 МПа, модуль пружності арматури приймається: Es = 210000МПа.

Збір навантаження. Вантажна площа, що припадає на одну колону середнього ряду, визначається як добуток кроків колон у двох напрямках: Агр = 6,0 × 9,0 = 54,0 м².

Збір постійних навантажень від покриття. Збір постійних навантажень на 1 м² покриття наведено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 — Збір постійних навантажень на 1 м² покриття

Елемент конструкції	Коефіцієнт надійності γ_{fm}	Експлуатаційне значення, кПа	Граничне розрахункове значення, кПа
Шари наплавлюваного матеріалу	1,3	0,28	0,364
Цементно-піщане стягування, δ = 30 мм	1,3	0,54	0,702
Утеплювач	1,2	1,00	1,20
Плита перекриття	1,1	2,75	3,025
Разом	—	4,57	5,29

Постійне експлуатаційне розрахункове навантаження від покриття на колону визначається за формулою [20]: NII(1) = gпокр^{n} × Агр=246,80 кН.

Постійне граничне розрахункове навантаження від покриття на колонну: NI(1) = gпокр^{p} ×Агр=285,7 кН.

Постійні навантаження від перекриття. Збір навантаження на 1 м² міжповерхового перекриття приймається за результатами розрахунку багатопустотної плити перекриття. Для розрахунку приймаємо: експлуатаційне значення навантаження від перекриття — 3,73 кПа; граничне розрахункове значення — 4,15 кПа; кількість перекриттів, що враховується в розрахунку n = 1.

Постійне експлуатаційне розрахункове навантаження від перекриття на колону визначається за формулою: NII(2) = gперекр^{n} × Агр × n = 201,42 кН

Постійне граничне розрахункове навантаження від перекриття на колонну: N NI(2) = gперекр^{p} · Агр · n = 224, 10 кН

Постійні навантаження від ригелів, колон і перегородок. До складу постійних навантажень також включаються навантаження від власної ваги ригелів, колон і перегородок. Власна вага конструктивних елементів

визначається за їх геометричними параметрами та питомою вагою матеріалу. Коефіцієнт надійності -1,1 [20, 21].

Таблиця 2.2 — Постійні навантаження від конструктивних елементів

Джерело навантаження	Експлуатаційне значення, кН	Граничне значення, кН
Власна вага ригеля	48,00	52,80
Власна вага колони	18,90	20,79
Вага перегородок	27,00	29,70

Постійне експлуатаційне розрахункове навантаження на колону середнього ряду становить: NII = 246,78 + 201,42 + 48,00 + 18,90 + 27,00 = 542,10 кН. Постійне граничне розрахункове навантаження на колону середнього ряду становить: NI = 285,66 + 224,10 + 52,80 + 20,79 + 29,70 = 613,05 кН.

Перевірка міцності перерізів, нормальних до поздовжньої осі колони. Перевірка міцності виконується для колони першого поверху, яка сприймає найбільше вертикальне навантаження від покриття, перекриття, ригелів, власної ваги конструкцій, перегородок та тимчасових навантажень. За результатами збору навантажень розрахункова поздовжня сила для перевірки за першою групою граничних станів становить: N = 764,3 кН.

Колона розглядається як центрально стиснутий залізобетонний елемент. Випадковий ексцентриситет приймається як найбільше із двох значень:$e_{o1} = h / 30$; $e_{o2} = l_o / 600$.

Результати розрахунку наведено в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 — Визначення випадкового ексцентриситету

Показник	Формула	Розрахунок	Значення, см
Перше значення ексцентриситету	$e_{o1} = h / 30$	30 / 30	1,00
Друге значення ексцентриситету	$e_{o2} = l_o / 600$	445 / 600	0,742

Для подальшого розрахунку приймаємо більше значення 1,00 см.

Перевірка гнучкості колони. Перед визначенням необхідної площі армування виконуємо перевірку гнучкості колони із площини рами: $l_0 / b = 445 / 30 = 14,83$.

Оскільки: $14,83 < 20$, колона може розглядатися як елемент невеликої гнучкості. Це дозволяє виконувати розрахунок без додаткового урахування значного впливу поздовжнього згину [20, 21].

Визначення співвідношення тривалого та повного навантаження. Для врахування тривалої дії навантаження визначаємо співвідношення: $N_1 / N = 644,6 / 764,3 = 0,75$.

Визначення коефіцієнтів для розрахунку армування. Попередньо приймаємо коефіцієнт армування $\mu = 0,025$.

Коефіцієнт α визначаємо за формулою:

$\alpha = \mu \times Rsc / (\gamma b1 \times Rb) = 0,025 \times 363,6 / (0,85 \times 7,65) = 1,08$.

Коефіцієнт φ визначаємо за формулою:

$\varphi = \varphi b + 2(\varphi s - \varphi b) \times \alpha = 0,87 + 2(0,87 - 0,87) \times 1,08 = 0,87$.

Визначення необхідної площі поздовжньої арматури. Необхідна площа перерізу поздовжньої робочої арматури визначається за формулою:

$A's + As = (N - \mu b \times \varphi \times \gamma b1 \times Rb \times Ab) / (\mu b \times \varphi \times Rsc) = 764,3 \times 10 - 0,87 \times 0,85 \times 7,65 \times 30 \times 30) / (0,87 \times 280) = 3,35$ см²,

де: $A's + As$ — необхідна площа поздовжньої арматури, $A's + As$, см²;

N — розрахункова поздовжня сила;

μb — коефіцієнт, що враховує умови роботи перерізу;

φ — коефіцієнт поздовжнього згину;

$\gamma b1$ — коефіцієнт умов роботи бетону;

Rb — розрахунковий опір бетону стиску;

Ab — площа бетонного перерізу колони ($Ab = b \times h = 30 \times 30 = 900$ см²);

Rsc — розрахунковий опір арматури стиску.

Оскільки висота перерізу $h = 30$ см > 20 см, приймаємо:

$\mu b = 1,0$.

За результатами розрахунку необхідна площа поздовжньої робочої арматури становить: A′s + As = 3,35 см².

З конструктивних міркувань приймаємо армування колони: 4Ø16 А400.

Площа одного стрижня діаметром 16 мм становить: AØ16 = 2,01 см².

Загальна площа прийнятої арматури: As,пр = 4 × 2,01 = 8,04 см².

Оскільки: As,пр = 8,04 см² > As,необх = 3,35 см², прийняте армування задовольняє вимоги міцності та може бути використане для конструювання колони першого поверху.

2.1.6 Розрахунок стійкості колони в площині рами

Розрахунок стійкості колони в площині рами виконується для перевірки її роботи при дії поздовжньої стискальної сили з урахуванням випадкового ексцентриситету. Колона першого поверху розглядається як стиснутий залізобетонний елемент прямокутного перерізу.

Відстань від точки прикладання поздовжньої сили до рівнодійної зусиль у розтягнутій або менш стиснутій арматурі визначається за формулою:

$e = e_0 + h/2 – a = 1,0 + 30/2 − 5 = 11,0$ см..

Відносна висота стиснутої зони бетону визначається за умови симетричного армування колони:

$\xi = N / (\gamma b1 \times Rb \times b \times h_0) = 764,3 \times 10 / (0,85 \times 7,65 \times 30 \times 26,5) = 1,05.$

$\xi = 1,05 > \xi lim = 0,68.$

Отже, має місце випадок малого ексцентриситету, при якому весь переріз колони працює на стиск.

Для повністю стиснутого перерізу колони необхідна площа арматури визначається з урахуванням значення:

$\xi = h / h_0 = 30 / 26,5 = 1,13.$

Площа перерізу арматури визначається за формулою:

$A's = [N \times e − 0,5 \times \gamma b1 \times Rb \times b \times h_0^2] / [Rsc \times (h_0 − a')] = −1,15$ см².

Від’ємне значення площі арматури свідчить про те, що несуча здатність бетонного перерізу за даною розрахунковою умовою забезпечується.

Приймаємо поздовжню робочу арматуру: 4Ø16 А400, As = 8,04 см².

Перевірка міцності перерізів, нахилених. Поперечна арматура колони призначається конструктивно. Вона забезпечує фіксацію поздовжніх стрижнів у проєктному положенні, підвищує тріщиностійкість елемента, а також сприяє сприйняттю поперечних зусиль і забезпеченню просторової жорсткості арматурного каркаса.

За умовами технології контактного точкового зварювання, при найбільшому діаметрі поздовжньої арматури d_1 = 16 мм, мінімальний діаметр поперечних стрижнів приймається: d_2 = 10 мм. Отже, приймаємо поперечну арматуру: Ø10 А240.

Відстань між поперечними стрижнями зварних каркасів повинна бути не більше ніж 20d, де d — найменший діаметр стиснутих поздовжніх стрижнів, і не більше ніж 500 мм. Визначаємо максимально допустимий крок: s = 20 · 1,6 = 32 см. З урахуванням конструктивних вимог приймаємо: S = 300 мм. Таким чином, для поперечного армування колони приймаються стрижні Ø10 А240 з кроком 300 мм.

2.1.7 Розрахунок стику колон

Стик колон виконується шляхом зварювання випусків поздовжньої арматури, які розміщуються у спеціальних підрізках, з подальшим замонолічуванням цих ділянок бетоном. У стадії експлуатації міцність стику повинна бути не меншою за міцність основного перерізу колони. У стадії монтажу необхідно перевірити міцність перерізу, послабленого підрізками.

Площа перерізу торця колони, послабленого підрізками, визначається за формулою:

$Abk = (30 - 2 \times 10) \times 30 = 300$ см².

Розрахунковий переріз стику приймається як площа ядра перерізу, обмеженого контуром зварних сіток. Зварні сітки повинні бути захищені

шаром бетону не менше ніж 15 мм. Зусилля у стику колони під час монтажу передається через закладні деталі: центрувальну прокладку та розподільчі листи в торцях колон. Центрувальна прокладка приймається товщиною 2 см. Її розміри в плані не повинні перевищувати 1/4 ширини колони: 30 / 4 = 7,5 см.

Розміри розподільчих листів визначають площу зминання бетону. Для зменшення витрат сталі площу розподільчих листів не рекомендується приймати більшою ніж половина розрахункового перерізу стику.

Приймаємо площу перерізу зминання: $A_{loc} = 15 \times 15 = 225$ см².

Необхідна приведена міцність бетону на зминання визначається за формулою:

$R_{loc,req} = N' / A_{loc} = 541,98 \times 10 / 225 = 24,1$ МПа.

Для підвищення місцевої міцності бетону в зоні стику використовується косвене армування у вигляді зварних сіток. Мінімально допустимий коефіцієнт косвеного армування приймаємо: $\mu_s = 0,0125$.

Приймаємо зварні сітки з дроту Ø8 А400. Для арматури приймається: $R_{sc} = R_s = 363,6$ МПа; $A_s = 0,503$ см².

Коефіцієнт α_c визначається за формулою:

$\alpha_c = \mu_s \times R_{sc} / (\gamma_{b1} \times R_b) = 0,0125 \times 363,6 / (0,85 \times 7,65) = 0,69$.

Коефіцієнт ефективності косвеного армування визначається за формулою:

$\varphi_s = (5 + \alpha_c) / (1 + 4,52 \times \alpha_c) = (5 + 0,69) / (1 + 4,52 \times 0,69) = 1,38$.

Коефіцієнти, що характеризують напружений стан зони зминання, визначаються так:

$\beta_b = \sqrt[3]{(A_0 / A_{loc})} = \sqrt[3]{(300 / 225)} = 1,11 < 1,875$;

$\beta_s = 4,5 - 3,5 \times A_{loc} / A_0 = 4,5 - 3,5 \times 225 / 300 = 1,875$.

Приведена міцність бетону на зминання з урахуванням косвеного армування визначається за формулою:

$R_{loc} = \mu_{loc} \times (\gamma_{b1} \times R_b \times \beta_b + \varphi_s \times \mu_s \times R_{sc} \times \beta_s) = 0,75 \times (0,85 \times 7,65 \times 1,11 + 1,38 \times 0,0125 \times 363,6 \times 1,875) = 34,14$ МПа.

Порівнюємо: Rloc = 34,14 МПа > Rloc,req = 24,1 МПа. Отже, міцність стику колони при монтажі забезпечена.

Конструювання зварних сіток. Конструювання зварних сіток виконується з урахуванням таких вимог: розмір чарунок сітки повинен бути не менше 45 мм, не більше 100 мм і не більше 1/4 меншого боку перерізу елемента; крок сіток слід приймати не менше 60 мм, не більше 150 мм і не більше 1/3 меншого боку перерізу.

Для колони перерізом 300 × 300 мм: 1/4 меншого боку перерізу: 300 / 4 = 75 мм; 1/3 меншого боку перерізу: 300 / 3 = 100 мм.

Приймаємо: розмір чарунки сітки — 45 мм; крок сіток — 90 мм.

Сітки утворюються перехресним розташуванням стрижнів: 5Ø8 А400 довжиною l_1 = 28 см; 5Ø8 А400 довжиною l_2 = 28 см.

2.2 Розрахунок підземної частини об’єкта будівництва

Основними несучими елементами надземної частини є колони, ригелі, балки та елементи покриття, що передають навантаження на фундаменти. З урахуванням прийнятої конструктивної схеми будівлі, характеру навантажень та інженерно-геологічних умов майданчика для колон каркаса передбачається влаштування окремо розташованих стовпчастих фундаментів.

Районом будівництва є місто Львів. При виборі типу фундаменту враховуються конструктивні особливості будівлі, глибина закладання фундаментів, фізико-механічні характеристики ґрунтів основи, рівень ґрунтових вод, глибина сезонного промерзання ґрунту, а також величина навантажень, що передаються від колон на основу.

Інженерно - геологічний розріз будівельного майданчика наведено на рис. 2.14.

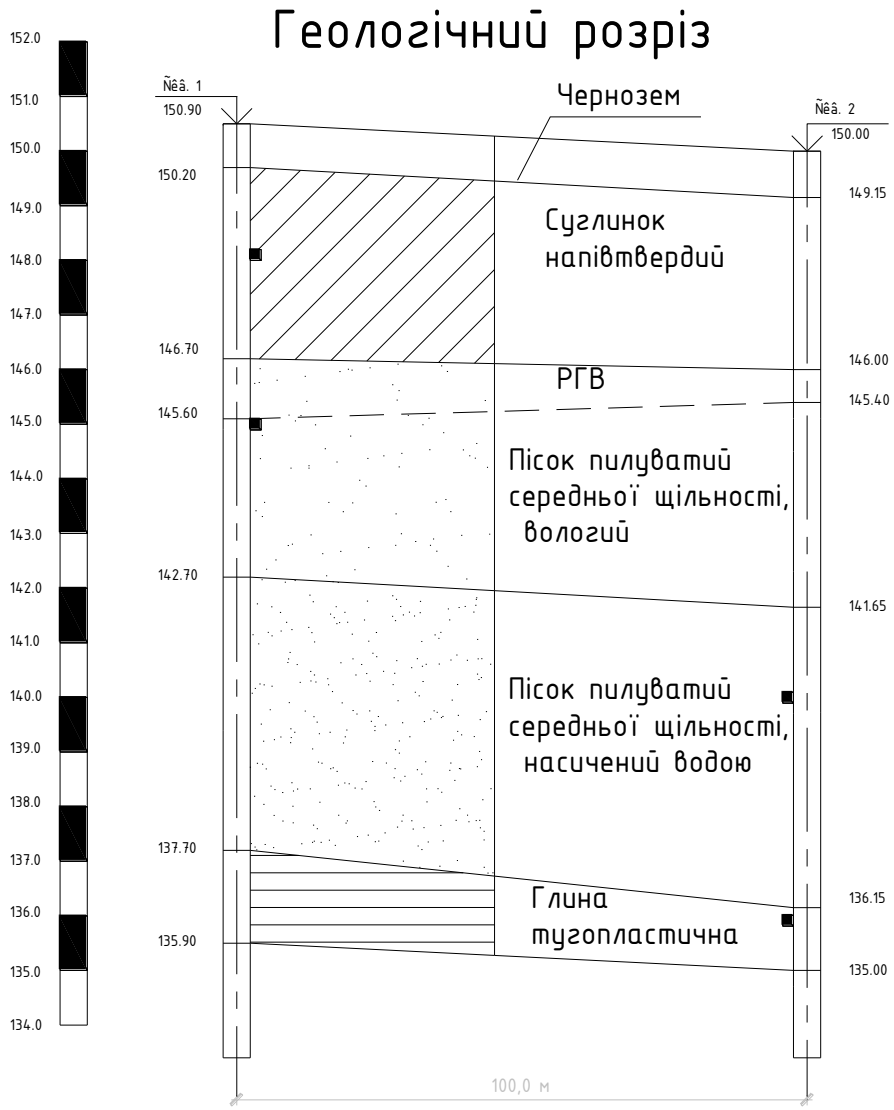


Рисунок 2.14 – Інженерно-геологічний розріз

Ґрунтові води залягають на глибині 4,0-4,5 м. Фізичні характеристики ґрунтів наведені в таблиці 2.4, а механічні характеристики в таблиці 2.5.

За даними інженерно-геологічних вишукувань на будівельному майданчику виділяють наступні інженерно-геологічні елементи:

ІГЕ 1 – насипний або рослинний ґрунт;

ІГЕ 2 – суглинок напівтвердий;

ІГЕ 3 - пісок пилуватий, средньої щільності, насичений водою;

ІГЕ 4 - пісок пилуватий, средньої щільності, насичений водою

ІГЕ 5 – глина тугопластична.

Таблиця 2.3 – Фізичні характеристики ґрунтів будівельного майданчика

№ св.	Глибина відбору ґрунту, м	Щільність ґрунту, ρ, г/см^3	Щільність часток ґрунту, ρ_s, г/см^3	Вологість природна, *w*, %	Вологість на границі текучості, w_L	Вологість на границі пластичності, w_p
1	2,4	1,99	2,70	20,1	33,6	18,5
	5,6	1,97	2,66	24,8	-	-
2	10,1	2,08	2,67	19,6	-	-
	14,5	2,01	2,77	25,9	43,0	20,0

Таблиця 2.4 - Механічні характеристики ґрунтів будівельного майданчика

ІГЕ	Ip	I_L	ρ_d г/см^3	n	e	Sr	Cn кПа	$\varphi_п$ град	E_0 МПа	R_0 кПа
ІГЕ 2	15,1	0,11	1,66	0,4	0,63	0,86	32,2	24,2	33,5	260,57
ІГЕ 3	0	-	1,6	0,4	0,69	0,96	3,2	28,4	15,2	100
ІГЕ 4	0	-	1,74	0,3	0,5	1	7	35	33,5	100
ІГЕ 5	2,3	0,3	1,6	0,4	0,7	0,7	53,5	17,5	19,5	355

Навантаження на фундамент приймаються за результатами розрахунку рами будівлі. Для проєктованого адміністративно-логістичного центру фундамент розраховується під колону каркаса як центрально стиснутий елемент.

Вертикальне рівнодійне навантаження передається від колони по її геометричній осі, тому ексцентриситет відсутній e = M / N = 0.

Для розрахунку за другою групою граничних станів приймаємо: N_{II} = 313,69 кН; M_{II} = 40,3 кНм; Q_{II} = 29,8 кН. Ці значення використовується для перевірки деформацій основи та осідання фундаменту.

Для розрахунку за першою групою граничних станів приймаємо: N_I = 360,70 кН; M_{II} = 46,3 кНм; Q_{II} = 33,30 кН. Ці значення використовується для перевірки несучої здатності ґрунтової основи та визначення розмірів підошви фундаменту.

Оскільки навантаження прикладене центрально, тиск під підошвою фундаменту приймається рівномірно розподіленим. Подальший розрахунок виконується як для центрально навантаженого стовпчастого фундаменту.

2.2.1 Визначення глибини закладання фундаменту

Глибина закладання фундаменту з урахуванням конструктивних вимог. Для проєктованої будівлі прийнято стовпчастий фундамент під металеві колони каркаса. Висота фундаменту призначається з урахуванням конструктивних вимог, величини навантаження від колони та умов забезпечення надійної передачі зусиль на ґрунтову основу [18].

Оскільки колони будівлі запроєктовані металевими, висота стовпчастого фундаменту приймається не меншою ніж $h_f = 1,2$ м [19].

Максимальна висота цокольної частини будівлі визначається за різницею між відміткою чистої підлоги першого поверху та мінімальною червоною відміткою планування території [19]:

$h_ц = H_{0.000} - H_{кр,min} = 150,75 - 149,89 = 0,86$ м.

Обріз фундаменту приймаємо на відмітці: −0,860 м.

Відносна відмітка підошви фундаменту визначається з урахуванням висоти цоколя та прийнятої висоти фундаменту [19]:

$FL = -(0,86 + 1,20) = -2,06$ м.

Глибина закладання фундаменту відносно планувальної відмітки землі становить: $d = 2,06 - 0,86 = 1,20$ м.

Перевіряємо умову мінімальної глибини закладання:

$d = 1,20$ м $> 0,50$ м.

Умова виконується.

Врахування кліматичних факторів при визначенні глибини закладання фундаменту. Одним з основних кліматичних факторів є глибина сезонного промерзання ґрунту, яка впливає на вибір мінімальної відмітки підошви фундаменту.

Нормативна глибина сезонного промерзання ґрунту визначається за формулою [17]:

$dfn = d0 \times \sqrt{Mt}$,

де dfn — нормативна глибина сезонного промерзання ґрунту, м;

d0 — коефіцієнт, що залежить від виду ґрунту;

Mt — безрозмірний коефіцієнт, який враховує кліматичні умови району будівництва.

Для заданих умов приймаємо:

$d_0 = 0,23$.

Тоді нормативна глибина промерзання становить:

$dfn = 0,23 \times \sqrt{Mt} = 0,94$ м.

Розрахункова глибина сезонного промерзання визначається з урахуванням теплового режиму будівлі [17]:

$df = kh \times dfn$,

де kh — коефіцієнт впливу теплового режиму будівлі.

Для опалюваної будівлі приймаємо:

$kh = 0,5$.

Тоді:

$df = 0,5 \times 0,94 = 0,47$ м $\approx 0,50$ м.

За умовами розрахунку мінімальна глибина закладання фундаменту з урахуванням промерзання ґрунту становить:

$d = 0,5 \times df = 0,5 \times 0,50 = 0,25$ м.

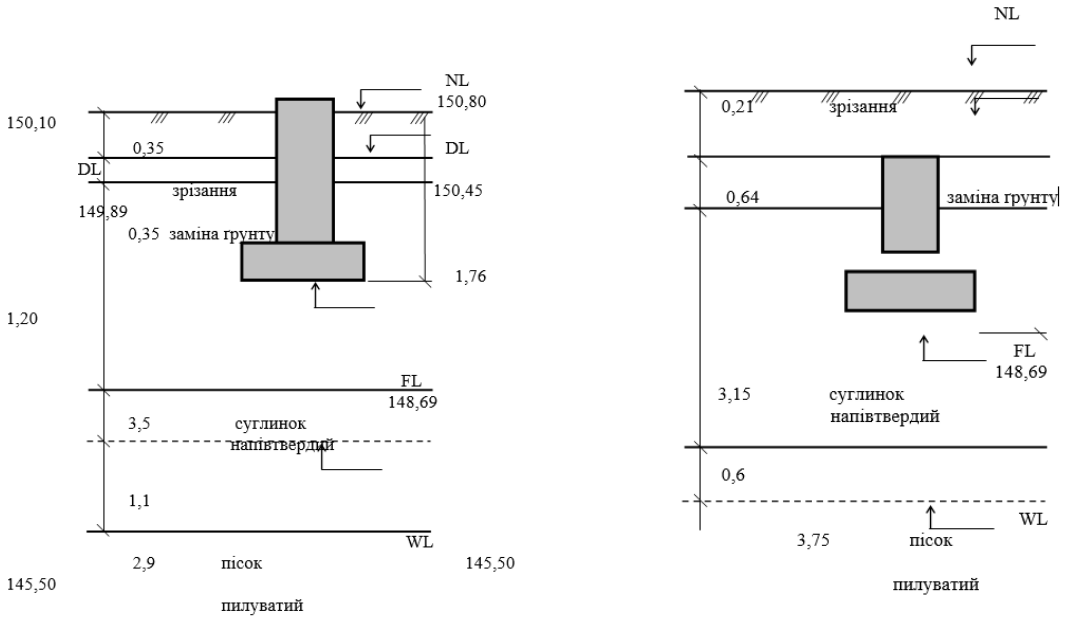
Врахування рельєфу, інженерно-геологічних та гідрогеологічних умов майданчика. Після призначення глибини закладання фундаменту необхідно перевірити положення підошви відносно рівня ґрунтових вод. Ця перевірка дає змогу встановити, чи потрібно передбачати водопониження під час виконання земляних і бетонних робіт.

Абсолютна відмітка рівня ґрунтових вод становить: WL = 145,50 м. Абсолютна відмітка підошви фундаменту прийнята: FL = 149,10 м.

Мінімальна відстань від підошви фундаменту до рівня ґрунтових вод визначається за формулою:

$FL - WL = 149,10 - 145,50 = 3,60$ м.

Оскільки: 3,60 м > 0,50 м, рівень ґрунтових вод розташований значно нижче підошви фундаменту. Отже, під час улаштування фундаментів виконання водопониження не потрібне.



а) б)

Рисунок 2.15 – Схема планування: а - підсипанням; б – зрізанням; NL - відмітка природного рельєфу; DL – планувальна відмітка; WL – рівень ґрунтових вод

За інженерно-геологічними умовами несучим шаром прийнято напівтвердий суглинок. Підошва фундаменту повинна бути заглиблена в цей шар не менше ніж на 0,10 м.

Мінімальне заглиблення фундаменту в несучий шар становить: 1,35 − 0,35 − 0,85 = 0,15 м (рис. 2.15, а). Максимальне заглиблення фундаменту в несучий шар становить: 1,35 − 0,35 = 1,00 м (рис. 2.15, б).

Отже, прийнята глибина закладання фундаменту забезпечує необхідне заглиблення підошви в несучий шар ґрунту. Рівень ґрунтових вод розташований нижче підошви фундаменту на 3,60 м, тому виконання будівельних робіт можливе без застосування водопониження.

2.2.2 Визначення розмірів підошви фундаменту

Розміри підошви стовпчастого фундаменту визначаються з умови забезпечення несучої здатності ґрунтової основи. Розрахунок виконується для фундаменту під колону каркаса будівлі з урахуванням вертикального навантаження, згинального моменту, поперечної сили, власної ваги фундаменту та ґрунту на його уступах.

Розрахунковий опір ґрунту основи визначається за формулою [18]:

$$R = (\gamma c1 \times \gamma c2 / k) \times (M\gamma \times kz \times b \times \gamma II + Mq \times d \times \gamma' II + Mc \times cII),$$

де R — розрахунковий опір ґрунту основи, кПа; γc1, γc2 — коефіцієнти умов роботи відповідно ґрунтової основи та будівлі у взаємодії з основою; k — коефіцієнт, що враховує спосіб визначення характеристик ґрунту; Mγ, Mq, Mc — безрозмірні коефіцієнти, які залежать від кута внутрішнього тертя ґрунту; kz — коефіцієнт, що приймається рівним 1,0 при $b < 10$ м; b — менший розмір підошви фундаменту, м; γII — середня питома вага ґрунту, кН/м³; γ′II — середньозважена питома вага ґрунту вище підошви фундаменту, кН/м³; d — глибина закладання фундаменту, м; cII — питоме зчеплення ґрунту, кПа.

Середньозважена питома вага ґрунту вище підошви фундаменту визначається за формулою [18]:

$$\gamma' II = (\gamma 1 \times h1 + \gamma 2 \times h2) / (h1 + h2) = (18 \times 0{,}64 + 19{,}9 \times 0{,}56) / 1{,}2 = 18{,}89 \text{ кН/м}^3$$

Попередню ширину підошви фундаменту визначаємо за формулою:

$$b1 = \sqrt{[NII,max / (R0 - \gamma mt \times hf)]} = \sqrt{[313{,}69 / (260{,}57 - 20 \times 1{,}2)]} = 1{,}15 \text{ м}.$$

де NII,max — розрахункове навантаження для другої групи граничних станів, кН; R0 — попередній розрахунковий опір ґрунту, кПа; γmt — середня питома вага матеріалу фундаменту та ґрунту на його уступах; hf — висота фундаменту, м.

$$b1 = \sqrt{[313{,}69 / (260{,}57 - 20 \times 1{,}2)]} = 1{,}15 \text{ м}.$$

При цьому:

$Z1 = 1{,}15 / 2 = 0{,}575$ м < 2,59 м.

Отже, у розрахунку враховується лише шар суглинку.

Далі виконується уточнення ширини підошви фундаменту шляхом послідовного визначення розрахункового опору ґрунту.

Таблиця 2.5— Уточнення ширини підошви фундаменту

Етап	Прийнята ширина b, м	Розрахунковий опір R, кПа	Уточнена ширина, м	Перевірка збіжності	Висновок
1	1,15	354,42	0,97	$(1 - 0{,}97 / 1{,}15) = 0{,}15 > 0{,}10$	потрібно уточнити
2	0,97	351,49	0,98	$(1 - 0{,}98 / 0{,}97) = 0{,}01 < 0{,}10$	уточнення достатнє
3	1,00	351,98	—	—	приймаємо b = 1,0 м

Оскільки фундамент працює як позацентрово стиснутий елемент і сприймає дію згинального моменту та поперечної сили, площу підошви збільшуємо на 20 %:

$A = 1{,}2 \times b^2 = 1{,}2 \times 1{,}0^2 = 1{,}2$ м².

З конструктивних міркувань приймаємо попередні розміри підошви: b = 1,1 м; l = 1,1 м. Для цих розмірів розрахунковий опір ґрунту становить: R4 = 353,61 кПа.

Перевірка підошви фундаменту розміром 1,1 × 1,1 м. Сумарний момент у рівні підошви фундаменту визначається за формулою [19]:

$\Sigma MII = MII + QII \times hf = 40{,}3 + 28{,}9 \times 1{,}2 = 74{,}98$ кН·м.

Власна вага фундаменту:

$G\phi = 1{,}1 \times 1{,}1 \times 1{,}2 \times 25 = 36{,}3$ кН.

Тиск під підошвою фундаменту визначається за формулами [19]:

$Pmax = (N + G\phi) / A + 6M / (b \times l^2)$,

$Pmin = (N + G\phi) / A - 6M / (b \times l^2)$.

Перевірка умов:

P_{max} = 627,25 кПа > 1,2R = 424,33 кПа — умова не виконується;

P_{min} = −48,75 кПа < 0 — виникає відрив підошви від ґрунту;

$P_{ср}$ = 289,25 кПа < R = 353,61 кПа — умова за середнім тиском виконується.

Оскільки одна з основних умов не виконується, розміри підошви фундаменту необхідно збільшити. Приймаємо розміри підошви: b = 1,1 м; l = 1,5 м.

Перевірка підошви фундаменту розміром 1,1 × 1,5 м. Визначаємо власну вагу фундаменту:

$G_ф$ = (1,1 × 1,1 × 0,9 + 1,5×1,1×0,3) ×25 = 39,6 кН.

Вага ґрунту на уступах фундаменту:

$G_{гр}$ = (1,4 − 1,1) × 0,9 ×18,89 = 5,10 кН.

Перевіряємо виконання умов:

P_{max} = 395,89 кПа < 1,2R = 424,33 кПа — умова виконується;

P_{min} = 32,35 кПа > 0 — відрив підошви від ґрунту відсутній;

$P_{ср}$ = 214,12 кПа < R = 353,61 кПа — умова за середнім тиском виконується.

Отже, прийняті розміри підошви фундаменту є достатніми.

Оцінка запасу несучої здатності. Запас за середнім тиском визначається за формулою:

$\eta = [(R - P_{ср}) / R] \times 100\ \% = [(353,61 - 214,12) / 353,61] \times 100\ \% = 39\ \%$.

Відсоток перевищення максимального тиску над розрахунковим опором ґрунту визначається за формулою [19]:

$\eta_{max} = [(P_{max} - R) / P_{max}] \times 100\ \% = [(395,89 - 353,61) / 395,89] \times$ ×100 % = 10,6 %.

Остаточно приймаємо розміри підошви стовпчастого фундаменту: b = 1,1 м; l = 1,5 м.

Прийняті розміри забезпечують виконання умов несучої здатності ґрунтової основи, відсутність відриву підошви від ґрунту та допустиме значення максимального тиску під фундаментом.

2.2.3 Розрахунок осідання основи фундаменту

Розрахунок осідання основи фундаменту виконується методом пошарового підсумовування. Середній тиск під підошвою фундаменту становить: P = 214,12 кПа.

Природний вертикальний тиск ґрунту визначається послідовним підсумовуванням ваги шарів ґрунту, що залягають вище розрахункового рівня [19]:

$\sigma_{zg} = 0$ кПа.

$\sigma_{zg,1} = 18 \cdot 0{,}64 = 11{,}52$ кПа.

$\sigma_{zg,0} = 11{,}52 + 19{,}9 \cdot 0{,}56 = 22{,}66$ кПа.

$\sigma_{zg,2} = 22{,}66 + 19{,}9 \cdot (3{,}15 - 0{,}56) = 74{,}20$ кПа.

$\sigma_{zg,w} = 74{,}20 + 19{,}7 \cdot 0{,}60 = 86{,}02$ кПа.

$\sigma_{zg,3} = 86{,}02 + [(26{,}6 - 10) / (1 + 0{,}69)] \cdot 3{,}75 = 122{,}85$ кПа.

$\sigma_{zg,4} = 122{,}85 + [(26{,}7 - 10) / (1 + 0{,}50)] \cdot 5{,}50 = 184{,}08$ кПа.

$\sigma_{zg,5} = 184{,}08 + [(27{,}7 - 10) / (1 + 0{,}70)] \cdot 1{,}15 = 196{,}05$ кПа.

Додаткові вертикальні напруження від зовнішнього навантаження визначаються по центральній вертикальній осі фундаменту за формулою:

$$\sigma_{zp} = \alpha \cdot P0,$$

де α — коефіцієнт, що враховує зменшення додаткових напружень із глибиною; P0 — додатковий тиск на ґрунт під підошвою фундаменту, кПа.

Додатковий тиск на рівні підошви фундаменту визначається за формулою:

$$P0 = P - \sigma_{zg,0} = 214{,}12 - 22{,}66 = 191{,}46 \text{ кПа}.$$

Коефіцієнт α залежить від приведеної глибини:

$$\xi = 2z / b,$$

де z — глибина від підошви фундаменту, м;

b — менший бік підошви фундаменту, b = 1,1 м.

Ґрунтова товща для побудови епюри додаткових напружень поділяється на елементарні шари. Товщина одного елементарного шару приймається: hi = ξ · b / 2 = 0,4 · 1,1 / 2 = 0,22 м.

за формулою [19]:

Si = β · (σzp,i · hi) / Ei,

де Si — осідання і-го шару, м; β — коефіцієнт, що враховує умови роботи ґрунту; σzp,i — середнє значення додаткового вертикального напруження в межах шару, кПа; hi — товщина елементарного шару, м; Ei — модуль деформації ґрунту, кПа.

Результати розрахунку осідання методом пошарового підсумовування наведено га рис. 2.16

№ шару	z, м	ξ	α	σzp, кПа	σzg, кПа	0,2σzg, кПа	σzp,cep, кПа	hi, м	Ei, кПа	Si, м
2	0,00	0,00	1,000	191,46	22,66	4,53	—	—	33500	—
2	0,22	0,40	0,960	183,80	—	—	187,63	0,22	33500	0,00099
2	0,44	0,80	0,800	153,17	—	—	168,49	0,22	33500	0,00088
2	0,66	1,20	0,606	116,02	—	—	134,60	0,22	33500	0,00071
2	0,88	1,60	0,449	85,97	—	—	101,00	0,22	33500	0,00053
2	1,10	2,00	0,336	64,33	—	—	75,15	0,22	33500	0,00039
2	1,32	2,40	0,257	49,21	—	—	56,77	0,22	33500	0,00030
2	1,54	2,80	0,201	38,48	—	—	43,85	0,22	33500	0,00023
2	1,76	3,20	0,160	30,63	—	—	34,56	0,22	33500	0,00018
2	1,98	3,60	0,130	24,89	—	—	27,76	0,22	33500	0,00015
2	2,20	4,00	0,108	20,68	—	—	22,79	0,22	33500	0,00012
2	2,42	4,40	0,091	17,42	—	—	19,01	0,22	33500	0,00010
2	2,59	4,75	0,079	15,13	74,20	14,84	16,28	0,201	33500	0,00008
3	2,64	4,80	0,077	14,79	74,79	14,96	14,94	0,125	15200	0,00006
									ΣS	0,00472

Рисунок 2,16 – Результати розрахунку осідання

За результатами розрахунку сумарне осідання основи становить:

S = ΣSi = 0,00472 м= 0,472 см.

Гранично допустиме осідання для даного типу будівлі приймається:

Su = 10 см. Перевіряємо умову: S = 0,47 см < Su = 10 см.

Осідання фундаменту не перевищує нормативно допустимого значення, тому умова за другою групою граничних станів виконується.

2.2.4 Розрахунок затухання осідання у часі

Розрахунок затухання осідання у часі виконується для оцінки швидкості розвитку деформацій ґрунтової основи після прикладання навантаження від фундаменту. Оскільки в межах стисливої товщі наявний шар суглинку, для якого характерний процес фільтраційної консолідації, необхідно визначити орієнтовний час завершення основної частини осідання.

У даному випадку приймається двостороння фільтрація води з шару ґрунту — вгору і вниз. Тому розрахункова товщина шару, у межах якого відбувається консолідація, приймається рівною половині потужності стисливого шару [17].

Схема затухання осідання у часі наведена на рис. 2.17.

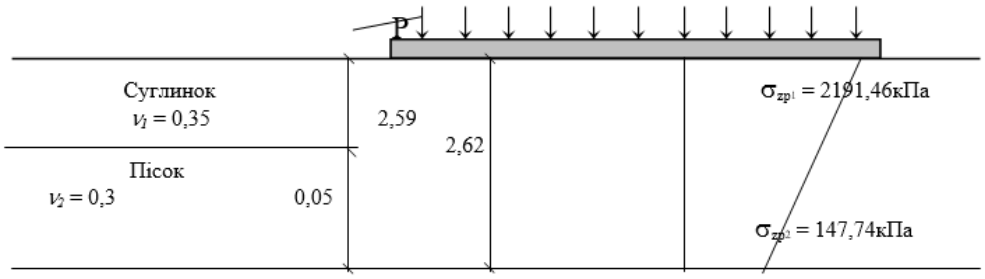


Рисунок 2.17 – Схема затухання осідання у часі

Вихідні дані для розрахунку наведено в таблиці 2.6.

Таблиця 2.6 — Вихідні дані для розрахунку затухання осідання

Показник	Позначення	Значення
Потужність стисливого шару суглинку	h1	2,59 м
Розрахункова товщина при двосторонній фільтрації	hs = h1 / 2	1,295 м
Коефіцієнт Пуассона для суглинку	ν	0,35
Модуль деформації ґрунту	Ed	33500 кПа
Коефіцієнт фільтрації	Kp	$7 \cdot 10^{-7}$ см/с
Питома вага води	γw	10 кН/м³

Коефіцієнт фільтрації переводимо у зручні для розрахунку одиниці:

$Kp = 7 \cdot 10^{-7}$ см/с.

Коефіцієнт консолідації визначається за формулою:

$Cv = Kp \cdot Ed / (\gamma w \cdot \beta) = 0{,}22 \cdot 33500 / (10 \cdot 0{,}623) = 1183$ м²/рік.

Параметр часу консолідації визначається за формулою:

$T = 4 \cdot hs^2 / (\pi^2 \cdot Cv) = 4 \cdot 1{,}295^2 / (3{,}14^2 \cdot 1183) = 0{,}00054$ року.

Підставляємо значення:

У результаті розрахунку встановлено, що при двосторонній фільтрації розрахункова товщина стисливого шару становить 1,295 м. Коефіцієнт консолідації ґрунту дорівнює Cv = 1183 м²/рік. Розрахунковий час затухання осідання становить: T ≈ 0,20 доби. Отже, основна частина осідання основи фундаменту відбувається протягом короткого часу після прикладання навантаження. Це свідчить про швидке затухання деформацій ґрунтової основи та відсутність тривалого розвитку осідань у часі.

2.2.5 Розрахунок фундаменту за міцністю

Розрахунок фундаменту за міцністю виконується для перевірки несучої здатності його плитної частини, визначення необхідної площі робочої арматури та перевірки сприйняття поперечної сили. Фундамент розраховується як центрально стиснутий елемент, оскільки вертикальне навантаження від колони передається по геометричній осі.

Фундамент запроєктовано з однією сходинкою. Загальна висота фундаменту прийнята h = 1,20 м.

Робоча висота фундаменту визначається з урахуванням захисного шару бетону та половини діаметра робочої арматури: $h0 = h - \delta = 1{,}20 - (0{,}035 + 0{,}010) = 1{,}155$ м.

Для фундаменту приймаємо важкий бетон класу В20. Робоча арматура плитної частини фундаменту приймається класу А400С.

Розрахункові навантаження від власної ваги фундаменту та ґрунту на його уступах визначаються з урахуванням коефіцієнтів надійності за навантаженням.

Власна вага фундаменту: Gф = 39,6 кН.

Розрахункове значення власної ваги фундаменту:

Gрф = Gф · γf = 39,6 · 1,10 = 43,56 кН.

Вага ґрунту на уступах фундаменту:

Gгр = 5,10 кН.

Розрахункове значення ваги ґрунту:

Gргр = Gгр · γf = 5,10 · 1,15 = 5,87 кН.

Сумарний згинальний момент у рівні підошви фундаменту з урахуванням поперечної сили приймається: M = 86,18 кН·м.

Тиск під підошвою фундаменту від дії розрахункових навантажень визначається за формулою:

Ppmax = (NI,max + Gрф + Gргр) / A + M / W= (360,74 + 43,56 + 5,87) / (1,10 · 1,50) + (86,18 · 6) / (1,10 · 1,50²) = 457,51 кПа.

Тиск біля грані підколонника приймаємо: Pp1 = 363,89 кПа.

Визначення площі арматури плитної частини фундаменту. Плитна частина фундаменту працює на згин від реактивного тиску ґрунту. Розрахунок виконується по перерізу біля грані підколонника, де виникають найбільші згинальні моменти.

Згинальний момент біля грані підколонника приймаємо: M = 46,45 кН·м. Як робочу арматуру приймаємо стрижні класу А400С. Розрахунковий опір арматури: Rs = 400 / 1,10 = 363,6 МПа.

Необхідна площа перерізу робочої арматури визначається за формулою:

As = M / (Rs · 0,9 · h0) As = 46,45 · 10 / (363,6 · 0,9 · 1,155) = 1,23 см².

Оскільки фактично прийнята площа арматури перевищує розрахунково необхідну:

5,50 см² > 1,23 см², прийняте армування є достатнім.

2.2.6 Перевірка фундаменту на дію поперечної сили

Перевірка фундаменту на дію поперечної сили виконується в перерізі біля грані колони. Поперечна сила від реактивного тиску ґрунту становить: Q = 196,46 кН.

Розрахунок на дію поперечної сили можна не виконувати, якщо виконується умова:

$Q \le \varphi_{b3} \cdot R_{bt} \cdot b \cdot h_0$,

де φ_{b3} — коефіцієнт для важкого бетону, який приймається рівним 0,6;

R_{bt} — розрахунковий опір бетону розтягу;

b — ширина розрахункового перерізу;

h_0 — робоча висота фундаменту.

Визначаємо несучу здатність перерізу за поперечною силою:

$\varphi_{b3} \cdot R_{bt} \cdot b \cdot h_0 = 0,6 \cdot 0,9 \cdot 10^3 \cdot 1,10 \cdot 1,155 = 686,07$ кН.

Порівнюємо:

$Q = 196,46$ кН $< 686,07$ кН.

Оскільки умова виконується, додатковий розрахунок фундаменту на дію поперечної сили не потрібний.

2.2.7 Армування підколонника

Армування підколонника призначається з урахуванням конструктивних вимог до позацентрово стиснутих залізобетонних елементів. Мінімальна площа поздовжньої арматури з кожного боку підколонника повинна становити не менше ніж 0,05 % площі його поперечного перерізу.

Площа перерізу підколонника:

$A = 110 \cdot 110 = 12100$ см².

Мінімальна площа арматури:

$A_{s,min} = 0,0005 \cdot 110 \cdot 110 = 6,05$ см².

Поздовжню арматуру приймаємо зі стрижнів діаметром не менше 12 мм. Відстань між стрижнями не повинна перевищувати 400 мм. З

урахуванням цих вимог з кожного боку підколонника приймаємо: 4Ø16 А400С, As = As′ = 8,04 см².

Оскільки 8,04 см² > 6,05 см², прийняте армування відповідає конструктивним вимогам.

З боків, паралельних напрямку дії згинального моменту, додатково встановлюємо: 2Ø12 А400С.

Поперечне армування підколонника приймаємо у вигляді зварних сіток із чотирьох стрижнів у кожному напрямку. За конструктивними вимогами приймаємо: 4Ø8 А240С, As = 2,01 см².

Розділ 3. Технологія і організація будівельного виробництва

3.1 Характеристика умов будівництва та підготовка будівельного майданчика

Будівництво адміністративно-логістичного центру передбачається в місті Львів. Район будівництва характеризується відносно спокійним рельєфом, що сприяє раціональній організації будівельного майданчика, розміщенню тимчасових споруд, складів матеріалів, під'їзних шляхів та монтажних зон. Інженерно-геологічні умови майданчика приймаються сприятливими для влаштування фундаментів, а ґрунтові води залягають на достатній глибині та не ускладнюють виконання земляних і бетонних робіт.

Основою під фундаменти будівлі є ґрунти з достатніми несучими властивостями. Прийняті ґрунтові умови забезпечують можливість улаштування фундаментів без застосування спеціальних заходів із водопониження. Остаточні конструктивні рішення фундаментів приймаються з урахуванням результатів інженерно-геологічних вишукувань, розрахункових навантажень від каркаса будівлі та вимог чинних нормативних документів.

Будівельний майданчик розташований у районі, забезпеченому транспортними зв’язками. Під’їзд до об’єкта здійснюється існуючою мережею міських доріг, що дає можливість організувати доставку будівельних матеріалів, конструкцій, обладнання та механізмів без значних ускладнень. Віддаленість майданчика від баз будівельної індустрії та складів матеріалів не перевищує раціональних меж, тому забезпечення будівництва основними ресурсами може здійснюватися автомобільним транспортом.

До початку виконання основних будівельно-монтажних робіт передбачається проведення підготовчих заходів. До складу підготовчих робіт входять очищення території, вертикальне планування майданчика, зрізання рослинного шару ґрунту, винесення в натуру осей будівлі, улаштування тимчасових під’їздів, організація місць складування матеріалів і конструкцій, а також підготовка зон для розміщення будівельної техніки.

За необхідності виконуються роботи з видалення дерев і чагарників. Зелені насадження, які не заважають будівництву та можуть бути збережені, підлягають захисту або пересадженню. Рослинний шар ґрунту знімається та складується у спеціально відведеному місці з подальшим використанням під час благоустрою території після завершення будівництва.

До початку виконання робіт необхідно забезпечити безпечні умови на будівельному майданчику. Територія виконання робіт огороджується, встановлюються попереджувальні та інформаційні знаки, визначаються небезпечні зони роботи будівельних машин і механізмів. У місцях можливого руху пішоходів і транспорту передбачаються заходи щодо безпечного обходу або об’їзду будівельного майданчика.

Для забезпечення безпечної експлуатації майданчика в темний час доби передбачається охоронне освітлення. Питання підключення тимчасового електропостачання та освітлення погоджуються з відповідними експлуатаційними службами. У разі використання існуючих мереж електропостачання виконуються необхідні організаційні та технічні заходи щодо безпечного підключення будівельного обладнання.

На території майданчика передбачаються спеціально визначені зони для складування будівельних матеріалів, виробів і конструкцій. Склади розміщуються з урахуванням зручності під'їзду транспорту, безпечної роботи вантажопідіймальних механізмів, черговості виконання будівельних процесів та вимог пожежної безпеки. Матеріали, що потребують захисту від атмосферних впливів, зберігаються під навісами або в тимчасових закритих приміщеннях.

Забезпечення будівництва водою, електроенергією та іншими необхідними ресурсами передбачається від існуючих постійних мереж. Тимчасові інженерні мережі прокладаються з урахуванням організації будівельного виробництва, розміщення побутових приміщень, зон складування та місць роботи механізмів.

Проєктована будівля адміністративно-логістичного центру має прямокутну форму в плані. Будівля двоповерхова, з висотою поверхів, прийнятою відповідно до функціонального призначення приміщень. Планувальна структура об'єкта передбачає розміщення адміністративних, логістичних, складських, допоміжних і побутових приміщень.

За конструктивним рішенням будівля запроєктована з повним каркасом. В адміністративній частині передбачається застосування залізобетонних колон, ригелів і збірних плит перекриття та покриття. У логістично-складській частині можуть застосовуватися металеві елементи каркаса, що забезпечують перекриття більших прольотів і створюють вільний простір для організації технологічних процесів, складування та переміщення вантажів [22, 23].

3.2 Технологічна карта на зведення надземної частини будівлі

Технологічна карта розроблена на виконання робіт зі зведення надземної частини будівлі адміністративно-логістичного центру. Документ визначає склад основних будівельно-монтажних процесів, послідовність їх

виконання, потребу в збірних конструкціях, обсяги монолітних робіт, а також основні вимоги до організації праці, якості та безпеки виконання робіт [23].

Проєктована будівля має каркасну конструктивну схему. Висота поверхів становить 3,9 м та 4,9 м. Надземна частина будівлі складається з адміністративної зони та логістично-складської частини, які відрізняються за конструктивним рішенням і технологією виконання робіт.

У логістично-складській частині передбачається влаштування металевого каркаса та монолітного перекриття. Така схема забезпечує можливість перекриття значних прольотів і створення вільного внутрішнього простору, необхідного для організації логістичних процесів, розміщення обладнання, переміщення вантажів і транспортних засобів.

В адміністративній частині будівлі передбачається монтаж збірних залізобетонних конструкцій: колон, ригелів, плит перекриття та покриття. Застосування збірних елементів дає змогу скоротити тривалість будівництва, підвищити індустріальність робіт і забезпечити належну якість конструкцій.

До складу робіт, що розглядаються технологічною картою, входять:

1. Для логістично-складської частини:
   - улаштування металевого каркаса;
   - монтаж металевих балок і прогонів;
   - улаштування монолітного перекриття;
   - бетонування окремих ділянок конструкцій;
   - догляд за бетоном після укладання.
2. Для адміністративної частини:
   - монтаж збірних залізобетонних колон;
   - монтаж збірних залізобетонних ригелів;
   - монтаж плит перекриття;
   - монтаж плит покриття;
   - улаштування стиків і замонолічування вузлів;
   - перевірка геометричного положення змонтованих конструкцій.

Перед початком монтажних робіт повинні бути завершені роботи зі зведення фундаментів, виконана перевірка їхніх проєктних відміток, підготовлені місця складування конструкцій, забезпечений під'їзд монтажної техніки та організовані безпечні умови виконання робіт.

Монтаж збірних конструкцій виконується у послідовності, що забезпечує просторову стійкість каркаса на всіх етапах будівництва. Після встановлення колон здійснюється їх тимчасове закріплення та вивірення у проєктному положенні. Далі монтуються ригелі, плити перекриття та покриття. Після завершення монтажу виконуються роботи із замонолічування стиків, зварювання закладних деталей і перевірки якості з'єднань [22, 23].

Відомість збірних залізобетонних конструкцій наведено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 — Відомість збірних залізобетонних конструкцій

Найменування конструкції	Марка / серія	Кількість, шт.	Об'єм 1 елемента, м³	Загальний об'єм, м³	Маса 1 елемента, т	Загальна маса, т	Площа 1 елемента, м²	Загальна площа, м²
Плити перекриття і покриття	Серія 1-141-1, вип. 63, ПК 4-45.15	56	1,49	83,44	2,12	118,70	6,75	378
Плити перекриття і покриття	Серія 1-241-1, вип. 35, ПК 90.15-8Ат	76	2,97	225,70	4,19	318,44	13,50	1026
Ригелі	за проєктом	48	—	—	—	—	—	—
Колони	за проєктом	60	0,77	46,20	1,925	115,50	1,92	115,20
Легкобетонні панелі	за проєктом	112	3,60	403,20	—	—	9,00	1008

Загальний обсяг збірних залізобетонних елементів визначається за кількістю конструкцій, їх геометричними параметрами та масою. Дані таблиці використовуються для визначення потреби у транспортних засобах, вантажопідіймальній техніці, площах складування, а також для розроблення календарного графіка виконання монтажних робіт [23].

У логістично-складській частині будівлі передбачено виконання монолітного бетонування перекриття першого поверху. Обсяг бетонних робіт наведено в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 — Відомість підрахунку обсягів робіт з монолітного бетонування

№ п/п	Найменування робіт	Кількість	Примітка
1	Монолітне бетонування перекриття першого поверху	0,94 м³	Обсяг бетонування становить 94 м³

Отримане значення використовується для визначення потреби в бетонній суміші, кількості автобетонозмішувачів, тривалості бетонування, складу бригади та засобів механізації [23].

3.3 Вибір монтажного крану

Вибір основного монтажного механізму виконується за технічними параметрами, які повинні забезпечувати безпечне та ефективне встановлення найбільш важких і найбільш віддалених від місця стоянки крана елементів. Для монтажу конструкцій надземної частини будівлі необхідно підібрати кран, який забезпечує потрібну вантажопідйомність, виліт стріли та висоту підйому гака [24] .

Основними параметрами для вибору монтажного крана є:

Q — вантажопідйомність крана, т;

L — виліт стріли крана, м;

Нкр — висота підйому гака крана, м.

Обраний монтажний кран повинен задовольняти таким умовам:

$Q \geq Qтр$;

$L \geq Lтр$;

$Нкр \geq Нткр$,

де Qтр, Lтр, Нткр — відповідно потрібна вантажопідйомність, необхідний виліт стріли та потрібна висота підйому гака.

3.3.1 Визначення необхідної вантажопідйомності крана

Необхідна вантажопідйомність крана визначається за масою найбільш важкого елемента з урахуванням маси стропувальних пристроїв [24]:

$Qтр = P + Pc$,

де P — маса монтованого елемента, т (5,0 т);

Pc — маса стропувального пристрою, т (0,065 т).

Найбільш важким і найбільш віддаленим елементом є піддон із цеглою.

Тоді необхідна вантажопідйомність крана становить:

$Qтр = 5,0 + 0,065 = 5,065$ т.

Отже, для виконання монтажних робіт кран повинен мати вантажопідйомність не менше 5,065 т на необхідному вильоті стріли.

3.3.2 Визначення необхідної висоти підйому гака

Потрібна висота підйому гака крана визначається за формулою:

$Нткр = h0 + hз + he + hc$,

де h0 — перевищення опорної точки монтованого елемента над рівнем стоянки крана, м (14,8 м);

hз — безпечний зазор між монтованим елементом та опорною поверхнею, м (0,5 м);

he — висота монтованого елемента, м (6,5 м);

hc — висота стропувального пристрою, м (1,5 м).

$Нткр = 14,8 + 0,5 + 6,5 + 1,5 = 23,3$ м.

Отже, необхідна висота підйому гака крана становить: Нткр = 23,3 м.

3.3.3 Визначення необхідного вильоту стріли

Необхідний виліт стріли крана визначається з урахуванням розташування крана відносно будівлі, ширини небезпечної зони, габаритів конструкцій та відстані до найбільш віддаленого монтованого елемента. Для піддона з цеглою необхідний виліт стріли приймається:

Lтр = 7,4 м.

Крім того, необхідна довжина стріли становить:

lстр = 21,2 м.

За результатами порівняння встановлено, що фактичні параметри прийнятого крана перевищують необхідні:

Q = 10 т > Qтр = 5,065 т;

L = 8,17 м > Lтр = 7,4 м;

H = 25 м > Нткр = 23,3 м;

lстр = 24,8 м > 21,2 м.

Отже, технічні характеристики крана забезпечують можливість виконання монтажних робіт.

На підставі визначених вантажних, висотних і вилітних характеристик для виконання монтажних робіт приймаємо гусеничний кран СКГ-30/10М.

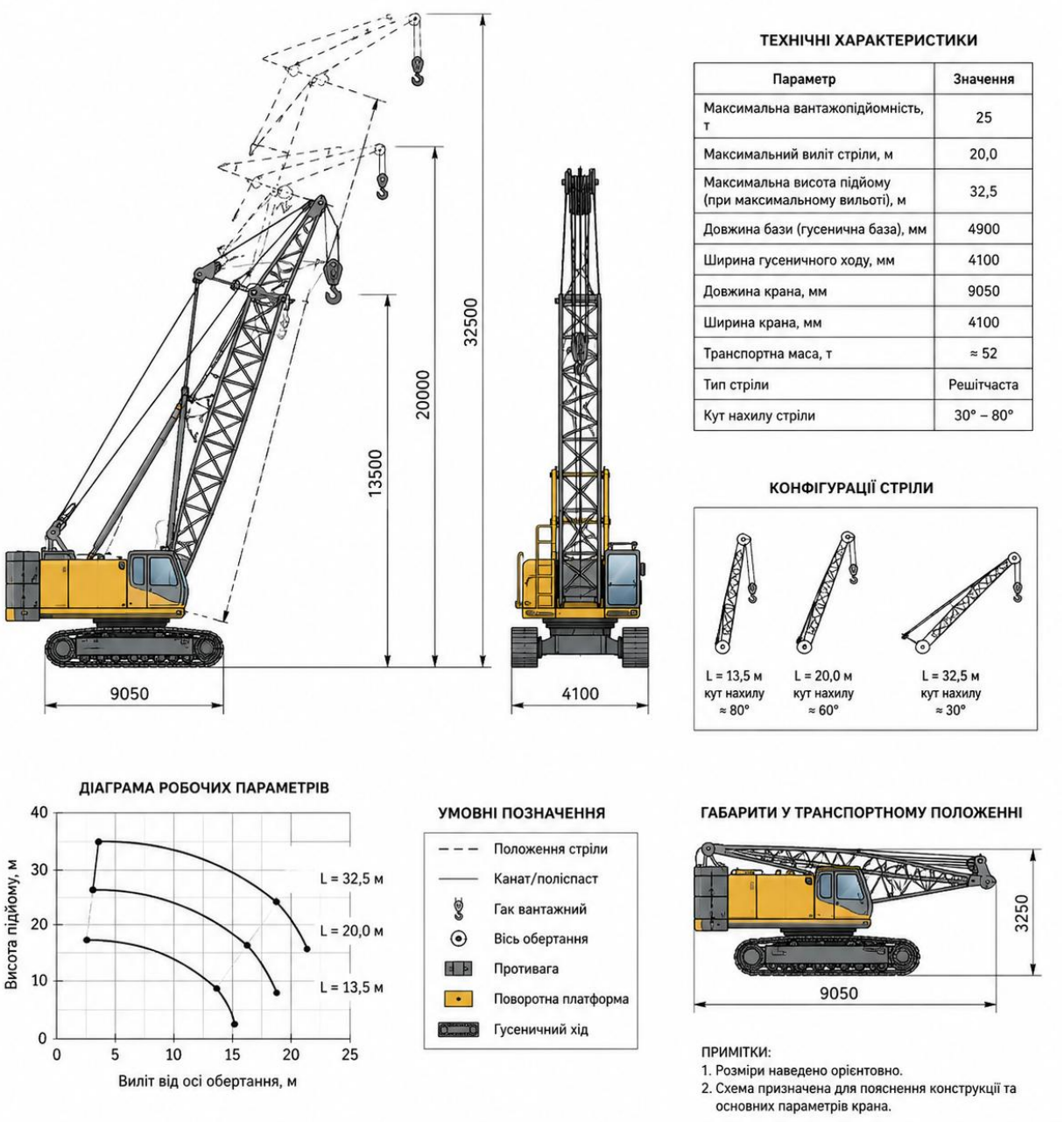


Рисунок 3.1 – Схема гусеничного крану СКГ-30/10М та його технічні характеристики

3.4 Монтаж збірних залізобетонних конструкцій надземної частини будівлі

Монтаж збірних залізобетонних конструкцій надземної частини будівлі адміністративно-логістичного центру виконується механізованим способом із застосуванням гусеничного крана. Роботи здійснює спеціалізована ланка монтажників у складі трьох осіб. Монтаж конструкцій передбачається

виконувати з приоб’єктного складу, на якому попередньо розміщуються збірні елементи відповідно до черговості їх установлення [22].

До складу монтажних робіт входять встановлення збірних залізобетонних колон, ригелів, плит перекриття та покриття, а також монтаж окремих елементів сходових кліток, якщо вони передбачені проєктом. Перед початком робіт усі конструкції оглядають, перевіряють їх маркування, геометричні розміри, наявність монтажних петель, закладних деталей і відсутність пошкоджень, які можуть вплинути на несучу здатність або якість монтажу [23].

Плити перекриття та покриття зберігаються на приоб’єктному складі в штабелях. Нижній ряд плит укладають на дерев’яні підкладки з бруса перерізом 70×70 мм, а наступні ряди — на прокладки з бруса перерізом 50×50 мм. Прокладки повинні розташовуватися одна над одною по вертикалі, що забезпечує рівномірну передачу навантаження та запобігає пошкодженню плит. Висота штабеля не повинна перевищувати 2,4 м.

Під час монтажу плит необхідно забезпечити їх правильне спирання на несучі конструкції відповідно до проєктних рішень. Особливу увагу слід приділяти величині площі обпирання, положенню плит у плані, дотриманню монтажних зазорів між суміжними елементами та правильності встановлення плит по висоті. Кожну наступну плиту дозволяється встановлювати після вивірення та закріплення попередньої, зокрема після приварювання її закладних деталей до відповідних елементів каркаса [24].

Стропування збірних залізобетонних елементів виконується за передбаченими схемами із застосуванням справних стропів, траверс або інших вантажозахоплювальних пристроїв. Стропування повинно забезпечувати підйом, переміщення та подачу конструкції до місця монтажу в положенні, максимально наближеному до проєктного. Для запобігання обертанню елементів під час переміщення застосовують одну або дві канатні відтяжки, які закріплюють до кінців конструкції.

Сходові марші та площадки, у разі їх наявності у проєкті, монтують аналогічно до плитних елементів перекриттів. Особливістю монтажу сходових маршів є те, що їх подають краном у похилому положенні. Кут нахилу під час підйому приймається дещо більшим за проєктний, щоб спочатку забезпечити обпирання нижнього кінця маршу на сходову площадку, а потім плавно опустити верхній кінець на опору. Перед монтажем маршів перевіряють правильність положення сходових площадок за допомогою шаблона або геодезичних засобів контролю.

Плити перекриття, покриття, сходові марші та площадки після встановлення, як правило, мають достатню стійкість і не потребують спеціального тимчасового закріплення. Остаточне закріплення конструкцій виконується відповідно до проєктних рішень шляхом зварювання закладних деталей, бетонування стиків, замонолічування вузлів і заповнення швів цементно-піщаним розчином.

Після завершення зварювальних робіт металеві закладні деталі та зварні шви необхідно захистити від корозії. Для цього стики очищають від забруднень і покривають захисним шаром розчину або іншим антикорозійним матеріалом, передбаченим проєктом.

Обсяги монтажних робіт визначаються на підставі архітектурно-будівельних креслень, планів, розрізів і специфікацій збірних конструкцій. При цьому враховуються кількість елементів, їх маса, геометричні розміри, маркування, висотні відмітки встановлення та послідовність монтажу.

3.5 Контроль якості опалубних, арматурних і бетонних робіт

Контроль якості опалубних, арматурних і бетонних робіт є обов’язковою умовою забезпечення міцності, надійності та довговічності монолітних конструкцій. Контроль здійснюється на всіх етапах виконання робіт: під час встановлення опалубки, монтажу арматури, укладання бетонної суміші, ущільнення бетону та догляду за ним. Загальні вимоги до організації

та контролю будівельних процесів приймаються відповідно до ДБН А.3.1-5:2016 [22].

Під час встановлення опалубки перевіряють відповідність її форми та геометричних розмірів робочим кресленням, правильність прив'язки до розбивочних осей будівлі, точність висотних відміток, вертикальність і горизонтальність поверхонь, щільність стиків та надійність кріплення елементів. Опалубка повинна мати достатню жорсткість і стійкість для сприйняття тиску бетонної суміші та технологічних навантажень під час бетонування [23].

Контроль арматурних робіт включає перевірку класу, діаметра і кількості арматурних стрижнів, правильності їх розташування, кроку сіток і каркасів, довжини анкерування та величини захисного шару бетону. Після завершення арматурних робіт виконується приймання встановленої арматури з оформленням акта на приховані роботи.

У процесі бетонування майстер або виконроб контролює якість бетонної суміші, її рухливість, легкоукладальність, рівномірність укладання, якість ущільнення та дотримання технологічної послідовності. Результати контролю заносяться до журналу бетонних робіт. Особливу увагу необхідно приділяти відсутності розшарування бетонної суміші, утворення раковин, оголення арматури та порушення геометричних розмірів конструкцій [23].

Механізація монтажних і бетонних робіт, вибір кранів, вантажозахоплювальних пристроїв, засобів транспортування та подачі бетонної суміші повинні відповідати масі конструкцій, умовам будівельного майданчика та технологічній послідовності виконання робіт [24].

3.6 Вимоги з охорони праці

Під час виконання робіт зі зведення надземної частини адміністративно-логістичного центру необхідно суворо дотримуватися вимог охорони праці, виробничої санітарії та безпеки будівельного виробництва.

Організація робіт повинна забезпечувати безпечні умови праці для робітників, інженерно-технічного персоналу та осіб, які перебувають на території будівельного майданчика.

До виконання монтажних, бетонних, арматурних, опалубних і зварювальних робіт допускаються лише працівники, які пройшли вступний та первинний інструктаж з охорони праці, мають відповідну професійну підготовку, допуск до виконання робіт підвищеної небезпеки та забезпечені засобами індивідуального захисту. До таких засобів належать захисні каски, спецодяг, захисне взуття, рукавиці, запобіжні пояси, страхувальні канати, захисні окуляри та інші засоби відповідно до характеру виконуваних робіт.

Монтажна зона повинна бути огороджена та позначена попереджувальними знаками. У межах небезпечної зони роботи крана забороняється перебування сторонніх осіб, складування матеріалів без дозволу відповідального працівника, а також виконання робіт, не пов’язаних із монтажним процесом. Особливо небезпечними є ділянки під переміщуваними вантажами, зона повороту стріли крана та місця можливого падіння конструкцій або інструменту.

Під час роботи крана забороняється перебування людей під піднятим вантажем. Підйом, переміщення та встановлення збірних конструкцій повинні виконуватися тільки за командою відповідальної особи. Зв’язок між машиністом крана та монтажниками має бути чітким і зрозумілим. У разі недостатньої видимості необхідно призначати сигнальника.

Стропування конструкцій дозволяється виконувати тільки справними вантажозахоплювальними пристроями відповідної вантажопідйомності. Стропи, траверси, захвати та інші пристрої перед початком роботи необхідно оглянути. Забороняється використовувати пошкоджені стропи, елементи з обривами дротів, деформаціями, тріщинами або несправними замковими пристроями. Стропування збірних елементів виконується відповідно до затверджених схем стропування.

Під час підйому конструкцій необхідно застосовувати відтяжки, які дають змогу утримувати елемент від розгойдування та самовільного обертання. Подачу конструкцій до місця монтажу слід виконувати плавно, без ривків і різких переміщень. Встановлення елементів у проєктне положення допускається лише після їх повної зупинки та стабілізації.

При виконанні робіт на висоті працівники повинні користуватися запобіжними поясами або страхувальними системами. Робочі місця на висоті необхідно обладнувати інвентарними риштуваннями, помостами, монтажними площадками, огородженнями та безпечними проходами. Настили риштувань і помостів повинні бути міцними, стійкими, очищеними від сміття, льоду, снігу та сторонніх предметів.

Забороняється виконувати монтажні роботи на висоті під час сильного вітру, грози, ожеледиці, густого туману, недостатньої видимості або інших несприятливих погодних умов, які можуть створити небезпеку для працівників. У темний час доби робочі місця, проходи, монтажні зони та місця складування матеріалів повинні бути забезпечені достатнім освітленням.

Під час бетонних робіт необхідно контролювати справність опалубки, риштувань, подмостей, вібраторів, бетононасосів та іншого обладнання. Перед початком бетонування слід перевірити надійність кріплення опалубки, правильність встановлення арматури та закладних деталей. Перебування людей у зоні можливого руйнування або зміщення опалубки не допускається.

Електроінструмент, зварювальне обладнання та тимчасові електромережі повинні бути справними, заземленими та захищеними від механічних пошкоджень. Підключення обладнання до електромережі мають виконувати працівники відповідної кваліфікації. Кабелі необхідно прокладати так, щоб вони не заважали руху людей і техніки та не пошкоджувалися під час виконання робіт.

На будівельному майданчику необхідно передбачити засоби пожежогасіння, аптечку першої допомоги, безпечні проходи, евакуаційні

шляхи та місця для короткочасного відпочинку працівників. Усі працівники повинні бути ознайомлені з порядком дій у разі аварійної ситуації, пожежі, травмування або порушення нормальної роботи будівельних механізмів.

Дотримання вимог охорони праці під час зведення надземної частини будівлі забезпечує зниження ризику виробничого травматизму, підвищення безпеки монтажних і бетонних робіт, а також створює належні умови для якісного та своєчасного виконання будівельно-монтажних процесів [27].

Розділ 4. Охорона праці

4.1 Завдання охорони праці у будівництві

Охорона праці у будівництві є важливою складовою організації будівельного виробництва, оскільки виконання будівельно-монтажних робіт пов’язане з підвищеним рівнем виробничого ризику. Основною метою охорони праці є створення безпечних і нешкідливих умов праці, попередження виробничого травматизму, професійних захворювань, аварійних ситуацій та пожеж на будівельному майданчику.

Під час зведення адміністративно-логістичного центру необхідно забезпечити безпечну організацію робочих місць, правильне розміщення будівельних машин і механізмів, облаштування проходів і проїздів, огородження небезпечних зон, належне освітлення території, а також дотримання вимог виробничої санітарії та пожежної безпеки.

Відповідно до Закону України «Про охорону праці», роботодавець зобов’язаний створити на робочому місці умови праці, що відповідають нормативно-правовим актам, а також забезпечити працівників необхідними засобами індивідуального та колективного захисту [26]. У будівельній галузі ці положення конкретизуються вимогами ДБН А.3.2-2-2009, які встановлюють основні правила охорони праці та промислової безпеки під час виконання будівельних робіт [25].

До основних завдань охорони праці на будівельному майданчику належать:

- запобігання нещасним випадкам і аварійним ситуаціям;
- організація безпечного руху будівельної техніки та транспорту;
- огородження небезпечних зон;
- забезпечення працівників засобами індивідуального захисту;
- облаштування санітарно-побутових приміщень;
- дотримання вимог електробезпеки та пожежної безпеки;
- контроль технічного стану машин, механізмів, риштувань, помостів і вантажозахоплювальних пристроїв;
- проведення інструктажів і навчання працівників з питань охорони праці.

Таким чином, система охорони праці на будівельному майданчику повинна бути спрямована на усунення або мінімізацію небезпечних і шкідливих виробничих факторів, які можуть виникати під час виконання земляних, монтажних, бетонних, арматурних, зварювальних та інших будівельних робіт [27, 28].

4.2 Аналіз умов праці на будівельному майданчику

Під час організації будівельного майданчика необхідно визначити ділянки, на яких можуть діяти небезпечні або шкідливі виробничі фактори. До таких ділянок належать зони роботи монтажного крана, місця переміщення вантажів, ділянки руху будівельних машин і транспорту, місця складування матеріалів, зони виконання робіт на висоті, а також ділянки поблизу тимчасових електромереж.

На будівельному майданчику адміністративно-логістичного центру можуть виникати такі небезпечні та шкідливі виробничі фактори:

- рух будівельних машин, автотранспорту та механізмів;
- переміщення вантажів вантажопідіймальним краном;

– можливе падіння конструкцій, інструменту або матеріалів з висоти;
– робота поблизу неогороджених перепадів висотою понад 1,3 м;
– підвищений рівень шуму та вібрації;
– запиленість повітря під час земляних, різальних і навантажувальних робіт;
– недостатня освітленість робочих місць у темний час доби;
– дія електричного струму при експлуатації тимчасових електромереж;
– несприятливі погодні умови під час виконання робіт на відкритому повітрі;
– можливість травмування під час стропування, монтажу та закріплення конструкцій.

Небезпечні зони повинні бути позначені попереджувальними знаками, сигнальним огородженням або іншими засобами візуального обмеження доступу. Особливу увагу необхідно приділяти зоні дії монтажного крана. У межах цієї зони забороняється перебування сторонніх осіб, виконання робіт, не пов’язаних із монтажним процесом, а також складування матеріалів без погодження з відповідальним виконавцем робіт.

Під час виконання робіт на висоті робочі місця повинні бути обладнані інвентарними помостами, риштуваннями, монтажними площадками та огородженнями. Працівники мають користуватися запобіжними поясами або страхувальними системами. Роботи на висоті не допускається виконувати за несприятливих погодних умов, зокрема при сильному вітрі, ожеледиці, грозі, густому тумані або недостатній видимості [25].

Важливою умовою безпечного виконання робіт є правильна організація внутрішньомайданчикового руху. Тимчасові дороги, проходи та проїзди повинні забезпечувати безпечне переміщення людей, будівельної техніки та транспортних засобів. Матеріали й конструкції необхідно складувати так,

щоб вони не обмежували проходи, не створювали небезпеки обвалення штабелів і не перешкоджали роботі монтажного крана.

4.3 Організація безпечного та нешкідливого виконання робіт

До початку будівельно-монтажних робіт усі працівники, інженерно-технічні працівники та відповідальні особи повинні пройти навчання, інструктаж і перевірку знань з питань охорони праці. До виконання робіт підвищеної небезпеки допускаються лише працівники, які мають відповідну кваліфікацію, медичний допуск, посвідчення та практичні навички безпечного виконання робіт [25, 26].

Будівельний майданчик повинен бути огороджений для запобігання доступу сторонніх осіб. На в'їзді та в місцях виконання робіт необхідно встановити інформаційні щити, схеми руху транспорту, попереджувальні знаки, покажчики небезпечних зон і місць розташування засобів пожежогасіння.

Санітарно-побутове забезпечення працівників організовується відповідно до кількості працюючих у найбільш завантажену зміну. На майданчику передбачаються побутові приміщення, гардеробні, умивальні, душові, приміщення для обігріву та приймання їжі. Санітарно-побутові приміщення слід розташовувати поза межами небезпечних зон роботи крана та будівельної техніки [27].

Для безпечної організації будівельного виробництва необхідно передбачити такі заходи:

- огородження території будівельного майданчика та небезпечних зон;
- улаштування безпечних проходів і проїздів;
- забезпечення робочих місць достатнім освітленням;
- розміщення складів матеріалів поза небезпечними зонами;
- контроль справності вантажопідіймальних механізмів і стропувальних пристроїв;

– застосування справних інвентарних риштувань, помостів і монтажних площадок;
– забезпечення працівників касками, спецодягом, спецвзуттям, рукавицями, запобіжними поясами та іншими засобами індивідуального захисту;
– дотримання правил електробезпеки при використанні тимчасових електромереж;
– організацію пожежної безпеки та забезпечення майданчика первинними засобами пожежогасіння.

Під час роботи монтажного крана забороняється перебування людей під піднятим вантажем. Стропування конструкцій необхідно виконувати тільки інвентарними стропами або спеціальними вантажозахоплювальними пристроями. На таких пристроях повинні бути бирки або написи із зазначенням інвентарного номера, вантажопідйомності, власної маси та дати випробування.

Розстропування змонтованих конструкцій дозволяється лише після їх надійного тимчасового або постійного закріплення. На крані або в зоні роботи монтажників необхідно розміщувати схеми стропування основних конструкцій із зазначенням їх маси та марки. Підйом вантажів, маса яких перевищує допустиму вантажопідйомність крана на відповідному вильоті стріли, забороняється [24, 25].

Під час виконання бетонних робіт необхідно перевіряти справність опалубки, підтримувальних елементів, бадей, затворів, підйомних петель, зварних швів і вібраційного обладнання. Працівники, які працюють з вібруючим інструментом, повинні бути забезпечені спеціальними рукавицями, що знижують дію вібрації на руки. Не допускається переміщати електровібратори за кабель або мити їх водою.

Електрообладнання, тимчасові електромережі та переносний електроінструмент повинні бути справними, заземленими та захищеними від механічних пошкоджень. Кабелі слід прокладати таким чином, щоб вони не

перетинали основні шляхи руху транспорту і не створювали небезпеки ураження електричним струмом.

У темний час доби будівельний майданчик, робочі місця, проходи, проїзди, склади матеріалів і небезпечні зони повинні мати рівномірне штучне освітлення. Освітлювальні прилади необхідно встановлювати так, щоб вони не засліплювали працівників і машиністів будівельних машин.

4.4 Розрахунок небезпечної зони

Під час виконання будівельно-монтажних робіт із застосуванням вантажопідіймального крана необхідно визначити межі небезпечної зони. Це потрібно для безпечного розміщення будівельних машин, складів матеріалів, тимчасових споруд, проходів для працівників і транспортних проїздів на будівельному майданчику.

Відповідно до вимог ДСТУ-Н Б А.3.1-25:2014, переміщення, встановлення та робота крана поблизу котлованів або виїмок з незакріпленими укосами допускається лише за межами призми можливого обвалення ґрунту. Відстань від основи укосу виїмки до найближчої опори крана повинна забезпечувати стійкість ґрунту та безпечну роботу механізму.

Визначення допустимої відстані від крана до укосу котловану

Найменша допустима відстань від основи укосу до найближчої опори крана визначається за формулою:

$L_н = 1,2 \cdot \alpha \cdot h + 1 = 1,2 \cdot 0,75 \cdot 3,2 + 1 = 3,88$ м.

де $L_н$ — найменша допустима відстань від основи укосу до опори крана, м; h — глибина виїмки, м (3,2 м); α — коефіцієнт закладання укосу (0,75 — для суглинку), який залежить від виду ґрунту.

З урахуванням тривалості можливої роботи крана біля котловану та необхідності забезпечення додаткового запасу безпеки приймаємо: $L_н = 4,0$ м.

Отже, найближча опора крана повинна розташовуватися на відстані не менше 4,0 м від основи укосу котловану.

Визначення небезпечної зони роботи крана. Небезпечна зона роботи крана визначається як територія, у межах якої можливе падіння або відліт вантажу під час його переміщення. Межа небезпечної зони залежить від вильоту стріли крана та можливої відстані відльоту вантажу.

Радіус небезпечної зони визначається за формулою:

$R_{н.з} = R_{стр} + S = 40 + 10 = 50$ м.

де $R_{н.з}$ — радіус небезпечної зони, м (40 м);

$R_{стр}$ — виліт стріли крана, м;

S — відстань можливого відльоту вантажу у разі його падіння, м (10 м).

Отже, радіус небезпечної зони роботи крана становить: $R_{н.з} = 50$ м.

У вихідному тексті було зазначено 45 м, однак за наведеними вихідними даними правильне значення становить 50 м, оскільки 40 + 10 = 50 м.

Заходи безпеки в межах небезпечної зони. У межах небезпечної зони роботи крана необхідно передбачити такі заходи:

- територію небезпечної зони позначити попереджувальними знаками та сигнальним огородженням;
- заборонити перебування працівників і сторонніх осіб під переміщуваним вантажем;
- розміщення складів матеріалів, тимчасових споруд і побутових приміщень виконувати за межами небезпечної зони;
- стропування вантажів здійснювати лише справними вантажозахоплювальними пристроями;
- переміщення вантажів виконувати плавно, без ривків і розгойдування;
- роботу крана біля котловану виконувати тільки за межами призми можливого обвалення ґрунту;
- у темний час доби забезпечити достатнє освітлення робочої зони.

4.5 Пожежна безпека на об'єкті

Пожежна безпека на будівельному майданчику адміністративно-логістичного центру забезпечується комплексом організаційних, технічних і профілактичних заходів, спрямованих на запобігання виникненню пожежі, обмеження її поширення, своєчасну евакуацію людей та створення умов для ефективного гасіння пожежі.

Відповідальність за дотримання вимог пожежної безпеки на будівельному майданчику покладається на посадових осіб, які організовують і контролюють виконання будівельно-монтажних робіт, а також на керівника будівельного майданчика. Генпідрядна організація здійснює загальний контроль за виконанням протипожежних заходів, справністю первинних засобів пожежогасіння, утриманням під'їздів, проїздів, складів матеріалів і тимчасових будівель у пожежобезпечному стані.

Протипожежні рішення для об'єкта приймаються з урахуванням вимог ДБН В.1.1-7:2016, які встановлюють загальні вимоги пожежної безпеки до будівель і споруд, зокрема щодо обмеження поширення пожежі, забезпечення безпечної евакуації людей, можливості гасіння пожежі та застосування систем протипожежного захисту. Також під час розроблення заходів пожежної безпеки враховуються положення ДСТУ 8828:2019, який установлює загальні вимоги до системи запобігання пожежі, комплексу протипожежного захисту та системи управління пожежною безпекою об'єкта.

Проєктована будівля приймається з урахуванням вимог щодо вогнестійкості основних будівельних конструкцій. Ступінь вогнестійкості будівлі встановлюється залежно від меж вогнестійкості несучих і огороджувальних конструкцій, поверховості, функціонального призначення приміщень та категорії їх пожежної небезпеки. Для будівлі адміністративно-логістичного центру передбачаються конструктивні рішення, які обмежують поширення вогню та забезпечують необхідний рівень безпеки людей у разі виникнення пожежі.

Система запобігання пожежі передбачає недопущення утворення пожежонебезпечного середовища та усунення джерел займання. Для цього на будівельному майданчику необхідно забезпечити правильне зберігання горючих матеріалів, своєчасне прибирання будівельних відходів, справність електрообладнання, дотримання правил виконання зварювальних та інших вогневих робіт, а також заборону використання відкритого вогню у невстановлених місцях.

До основних заходів запобігання пожежі належать: використання електрообладнання відповідного класу захисту, регулярний огляд тимчасових електромереж, недопущення перевантаження електричних ліній, застосування справного інструменту, улаштування блискавкозахисту будівлі, контроль за місцями зберігання легкозаймистих і горючих матеріалів, а також проведення інструктажів із пожежної безпеки для працівників.

Протипожежний захист будівлі та будівельного майданчика забезпечується застосуванням первинних засобів пожежогасіння, організацією евакуаційних шляхів, системою пожежної сигналізації, аварійним освітленням, димовидаленням та засобами оповіщення людей про пожежу. Вимоги до систем протипожежного захисту встановлюються ДБН В.2.5-56:2014, який поширюється на обладнання об’єктів системами протипожежного захисту під час нового будівництва, реконструкції, технічного переоснащення та капітального ремонту [30].

На будівельному майданчику повинні бути передбачені пожежні щити з необхідним інвентарем, переносні вогнегасники, ящики з піском, лопати, відра та інші засоби первинного пожежогасіння. Пожежні щити слід розміщувати у найбільш пожежонебезпечних місцях, біля складів матеріалів, тимчасових споруд, місць виконання зварювальних робіт і поблизу в’їздів на будівельний майданчик.

Під’їзди до будівлі, пожежних гідрантів, пожежних щитів і місць розміщення засобів пожежогасіння повинні залишатися вільними протягом усього періоду будівництва. Не допускається захаращення проїздів

будівельними матеріалами, відходами, обладнанням або тимчасовими конструкціями. У темний час доби місця розташування засобів пожежогасіння та основні евакуаційні проходи повинні бути освітлені.

Евакуація людей у разі пожежі передбачається через евакуаційні виходи, які розташовуються таким чином, щоб забезпечити швидке та безпечне залишення будівлі. Евакуаційні шляхи не повинні захаращуватися матеріалами, обладнанням або інструментом. Двері на шляхах евакуації мають відчинятися у напрямку виходу людей із будівлі, якщо це передбачено нормами для відповідного типу приміщення.

У проєкті передбачаються робоче та аварійне освітлення, система пожежної сигналізації, система оповіщення та, за потреби, система димовидалення. Живлення аварійного та робочого освітлення доцільно передбачати від незалежних вводів або з резервуванням, щоб у разі відключення основного електропостачання забезпечити безпечну евакуацію людей.

Під час виконання будівельно-монтажних робіт особливу увагу необхідно приділяти вогневим роботам. Зварювальні, різальні та інші роботи, пов’язані з утворенням іскор або високої температури, виконуються лише у спеціально підготовлених місцях із наявністю вогнегасників та очищенням робочої зони від горючих матеріалів. Після завершення таких робіт необхідно перевірити місце їх виконання для запобігання прихованому тлінню або загорянню.

Тимчасові побутові приміщення, склади та майстерні повинні розміщуватися з дотриманням протипожежних відстаней. Матеріали, що легко займаються, необхідно зберігати окремо від джерел нагрівання, електрощитів, зварювальних постів і місць руху будівельної техніки. Відходи горючих матеріалів слід регулярно прибирати та вивозити з території будівельного майданчика.

Працівники, які перебувають на будівельному майданчику, повинні бути ознайомлені з правилами пожежної безпеки, місцями розташування

первинних засобів пожежогасіння, порядком евакуації та діями у разі виникнення пожежі. Проведення протипожежних інструктажів є обов'язковим елементом організації безпечного виконання робіт [30, 31].

Список використаних джерел

1. Жидкова Т. В. Конспект лекцій з навчальної дисципліни «Будівельна кліматологія» для студентів денної, заочної форм навчання і слухачів другої вищої освіти спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія / Т. В. Жидкова; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2017. – 24 с.
2. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія. Чинний від 2017-12-16. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2011. 127 с.
3. Архітектура будівель і споруд: Навчальний посібник / З.І.Котеньова. – Харків: ХНАМГ, 2007. – 170 с.
4. ДСТУ EN 14351-1:2020 Вікна та двері. Вимоги. Частина 1. Вікна та зовнішні двері. Чинний від 2021-02-01. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2021. 64 с.
5. Завацький С. В. Теплотехнічний розрахунок огороджувальних конструкцій будівель : методичні вказівки до виконання розрахунково-графічної роботи. — Чернігів : НУ «Чернігівська політехніка», 2024. — 64 с.
6. ДБН В.2.6-31:2021 Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. Чинний від 2021-09-01. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2022. 26 с.
7. ДСТУ 9191:2022 Теплоізоляція будівель. Метод вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель. Чинний від 2023-03-01. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2023. 63 с.
8. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. — Київ : Мінрегіон України, 2013.
9. Кравченко В.С., Саблій Л.А., Зінич П.Л. Санітарно-технічне обладнання будинків. – К.: Кондор, 2007. – 457 с.

10. ДБН В.2.5-64:2012. Внутрішній водопровід та каналізація. Частина І. Проєктування. Частина ІІ. Будівництво. — Київ : Мінрегіон України, 2013.
11. ДБН В.2.5-75:2013. Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проєктування. — Київ : Мінрегіон України, 2013.
12. ДБН В.2.5-28:2018. Природне і штучне освітлення. — Київ : Мінрегіон України, 2018.
13. ДБН В.2.5-23:2010. Проєктування електрообладнання об'єктів цивільного призначення. — Київ : Мінрегіонбуд України, 2010.
14. ДБН В.1.1-7:2016. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. Чинний від 2017-06-01. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2017. 38 с.
15. ДСТУ EN 62305-3:2021 Блискавкозахист. Частина 3. Фізичні пошкодження будівель (споруд) та небезпека для життя (EN 62305-3:2011, IDT; IEC 62305-3:2010, MOD). Чинний від 2022-08-01. Вид. офіц. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2022. 126 с.
16. https://www.liraland.ua
17. 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.
18. Александрович В. А. Основи та фундаменти : конспект лекцій для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти всіх форм навчання зі спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія / В. А. Александрович, Ю. І. Кобзар, О. В. Гаврилюк ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2023. 158 с.
19. Методичні рекомендації до виконання практичних робіт із навчальної дисципліни «Основи та фундаменти» (для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти зі спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія) / Харків. нац. ун-т. міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова; уклад. : Ю. І. Кобзар, О. В. Гаврилюк, В. А. Александрович. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2024. 69 с.

20. 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.

21. Будівельні конструкції : навч. посібник / за заг. ред. Є. В. Клименка. — Київ : Центр учбової літератури, 2012. — 426 с.

22. ДБН А.3.1-5:2016 Організація будівельного виробництва. Чинний від 2017-01-01. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2016. 49 с.

23. Технологія будівельного виробництва : підручник / В. К. Черненко, М. Г. Ярмоленко, Г. М. Батура та ін. ; за ред. В. К. Черненка, М. Г. Ярмоленка. Київ : Вища школа, 2002. 430 с.

24. 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.

25. 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.

26. Закон України від 14.10.1992 № 2694-XII Про охорону праці.

27. Жигулін О. А. Охорона праці у будівництві : навчальний посібник. Одеса, 2023.

28. Батлук В. А. Охорона праці в будівельній галузі : навчальний посібник. Львів : Афіша, 2006. 550 с.

29. ДСТУ-Н Б А.3.1-25:2014 Настанова з улаштування наземних рейкових колій вантажопідіймальних кранів. Чинний від 2015-07-01. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2014. 18 с.

30. 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.

31. ДСТУ 8828:2019. Пожежна безпека. Загальні положення. Чинний від 2020-01-01. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2020. 87 с.