

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет інженерії машин, споруд і технологій
(назва факультету)

Кафедра будівельної механіки
(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр
(назва освітнього ступеня)

на тему: **Проект адміністративно-побутової будівлі з виробничими приміщеннями**

Виконав(ла): студент(ка) 4 курсу, групи МБзс-41
спеціальності 192

Будівництво та цивільна інженерія
(шифр і назва спеціальності)

Білецький В. С.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник Ясній В.П.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль Мещерякова О.М
(підпис) (прізвище та ініціали)

Рецензент
(підпис) (прізвище та ініціали)

Тернопіль
2026

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет Факультет інженерії машин, споруд і технологій
(повна назва факультету)

Кафедра Будівельної механіки
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри

Ясній В.П.
(підпис) (прізвище та ініціали)

« » 2026 р.

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня Бакалавр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 192 Будівництво та цивільна інженерія
(шифр і назва спеціальності)

студенту Білецький Володимир Степанович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект адміністративно-побутової будівлі з виробничими приміщеннями

Керівник роботи Ясній Володимир Петрович, доктор технічних наук, професор
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «08» квітня 2026 року № 4/9-175

2. Термін подання студентом завершеної роботи

3. Вихідні дані до роботи – с. Рованці, Луцький район, Волинська область.

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)
Архітектурно будівельний розділ. Розрахунково-конструктивний розділ. Основи та фунда-
менти. Безпека життєдіяльності, основи охорони праці.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)
Генеральний план. Ситуаційна схема. Опорядження фасадів. Відомості опорядження
приміщень. Експлікація підлог. План 1-го та 2-го поверху. План покрівлі. Розріз 1-1 та 2-2.
Експлікація приміщень. Специфікації елементів заповнення проїомів. План-схема влаштува-
ння фундаментів, фундаментних балок, анкерних деталей, влаштування швів. Фундаменти.
План влаштування конструкцій на відм. 0,000 та +4,800. Розріз 1-1. Вузли.

6. Консультанти розділів роботи–

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Безпека життєдіяльності, основи охорони праці			

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	06.05.2026	
2	Розділ 1 Архітектурно-будівельний	12.05.2026	
3	Розділ 2 Розрахунково-конструкторський	20.05.2026	
4	Розділ 3 Основи та фундаменти	04.06.2026	
5	Розділ 4 Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	08.06.2026	
6	Висновок	11.06.2026	
7	Бібліографія	13.06.2026	

Студент

(підпис)

Білецький В. С.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Ясній В. П.

(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

ВСТУП 5

РОЗДІЛ 1 АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ РОЗДІЛ.....7

1.1	Загальна характеристика об'єкта.....	7
1.2	Кліматичні умови	8
1.3	Інженерно-геологічні та гідрологічні умови ділянки.....	9
1.4	Генеральний план.....	11
1.4.1	Техніко-економічні показники генерального плану	12
1.5	Архітектурно-планувальні рішення	13
1.5.1	Об'ємно-планувальні рішення.....	13
1.5.2	Архітектурні рішення	14
1.6	Техніко-економічні показники	15
1.7	Опорядження будинку	15
1.8	Конструктивні рішення	16
1.9	Рішення щодо запобігання пожежам	17
1.10	Інженерні мережі та обладнання	19
1.10.1	Електротехнічні рішення.....	19
1.10.2	Водопостачання та водовідведення	20
1.10.3	Опалення та вентиляція.....	21
1.11	Доступність для маломобільних груп населення (МГН)	21
1.12	Висновки за розділом 1	22

РОЗДІЛ 2 РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ РОЗДІЛ24

2.1	Загальні положення.....	24
2.2	Збір навантажень	25
2.3	Металеві конструкції	28
2.3.1	Розрахунок прогонів покрівлі.....	28
2.3.2	Розрахунок другорядної балки перекриття	29
2.3.3	Розрахунок головної балки перекриття	30
2.3.4	Розрахунок сталевий ферми.....	31

2.4	Висновки за розділом 2	36
РОЗДІЛ 3 ОСНОВИ ТА ФУНДАМЕНТИ		38
3.1	Інженерно-геологічні умови основи	39
3.2	Вибір типу фундаментів	40
3.3	Конструкція фундаментів.....	40
3.4	Кріплення сталевих колон до фундаментів.....	45
3.5	Фундаментні балки	46
3.6	Висновки за розділом 3	47
РОЗДІЛ 4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ.....		49
4.1	Охорона праці.....	49
4.1.1	Техніка безпеки під час роботи з механізмами.....	50
4.1.2	Охорона праці під час виконання основних технологічних процесів.....	51
4.2	Безпека в надзвичайних ситуаціях	53
4.3	Висновки за розділом 4	55
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....		56
БІБЛІОГРАФІЯ.....		58

ВСТУП

Будівництво адміністративно-побутових будівель з виробничими приміщеннями є важливою складовою розвитку сучасної промислової інфраструктури. Такі об'єкти забезпечують належні умови для організації виробничого процесу, розміщення персоналу, побутового обслуговування працівників, зберігання допоміжного обладнання та функціонування інженерних систем. Раціональне проєктування подібних будівель дозволяє поєднати вимоги функціональності, надійності, безпеки, енергоефективності та економічної доцільності.

Темою даної кваліфікаційної роботи є «Нове будівництво адміністративно-побутової будівлі з виробничими приміщеннями». Проєктована будівля призначена для забезпечення адміністративно-побутових потреб підприємства та розміщення виробничих приміщень, необхідних для виконання технологічних процесів.

Актуальність теми - створення сучасних виробничо-побутових об'єктів, які відповідають чинним будівельним нормам, забезпечують безпечні умови праці, мають раціональну конструктивну схему та можуть ефективно експлуатуватися протягом тривалого часу. Особливе значення має правильний вибір конструктивної системи будівлі, несучих елементів, фундаментів, огорожувальних конструкцій та інженерного забезпечення.

Метою роботи – розробити основні архітектурно-будівельні, конструктивні та організаційно-технологічні рішення для нового будівництва адміністративно-побутової будівлі з виробничими приміщеннями з урахуванням вимог чинних нормативних документів, умов будівництва та функціонального призначення об'єкта.

Для досягнення поставленої мети у роботі необхідно вирішити такі завдання:

- проаналізувати вихідні дані для проєктування об'єкта;
- охарактеризувати район будівництва та природно-кліматичні умови майданчика;

- розробити архітектурно-будівельні рішення будівлі;
- обґрунтувати прийняту конструктивну схему;
- виконати збір основних навантажень і впливів;
- розглянути конструктивні рішення сталевих каркасів та залізобетонних фундаментів;
- описати основні інженерні рішення будівлі;
- розробити положення з організації будівництва;
- передбачити заходи з охорони праці, пожежної безпеки та охорони навколишнього середовища;
- сформулювати висновки щодо прийнятих проєктних рішень.

Об'єктом дослідження є адміністративно-побутова будівля з виробничими приміщеннями, що проєктується у складі нового будівництва.

Предметом дослідження є архітектурно-будівельні, конструктивні та організаційно-технологічні рішення, які забезпечують надійність, безпечність і ефективну експлуатацію будівлі.

Ключові слова: металевий каркас, виробнича будівля, основи та фундаменти, охорона праці, конструктивна схема, навантаження.

РОЗДІЛ 1

АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Загальна характеристика об'єкта

У даній кваліфікаційній роботі розглядається нове будівництво адміністративно-побутової будівлі з виробничими приміщеннями та інженерними спорудами за адресою: 45606, Волинська область, Луцький район, с. Рованці, відповідно до вимог [1,6,7,8,16]

Проектована будівля призначена для забезпечення адміністративних, побутових та виробничих потреб підприємства. На першому поверсі передбачається розміщення виробничих і допоміжних приміщень, зокрема виробничого приміщення вільного призначення, майстерні для власних потреб, електрощитової, кабінету, холу, сходової клітки та санвузла для маломобільних груп населення. На другому поверсі передбачено влаштування адміністративних і побутових приміщень.

Вид будівництва — нове будівництво. Будівля має прямокутну форму в плані. Загальні розміри будівлі становлять $27,0 \times 12,0$ м в осях, а згідно з матеріалами проєкту організації будівництва — $27,0 \times 12,5$ м за загальними габаритами. Максимальна висота будівлі становить 9,96 м. Будівля двоповерхова.

Основні техніко-економічні показники будівлі:

площа забудови — 342,50 м²;

загальна площа — 609,74 м²;

будівельний об'єм — 3609,95 м³;

поверховість — 2 поверхи;

висота будівлі — 9,96 м;

ступінь вогнестійкості — IIIа.

Об'єкт належить до будівель із рівнем відповідальності СС1. Категорія виробництва прийнята В. Орієнтовний строк експлуатації будівлі становить 60 років.

1.2 Кліматичні умови

Згідно з чинним кліматичним районуванням території України [2], ділянка проєктування (село Рованці) належить до І-ї архітектурно-будівельної кліматичної зони (Північно-західний район). Загальний тип клімату класифікується як помірно континентальний, що характеризується відносно м'якою зимою з частими відлигами, затяжними перехідними сезонами та помірно теплим, вологим літом.

Територія, на якій розташований об'єкт, належить до 4-го району за сніговим навантаженням ($S_0 = 1400$ Па) та 4-го району за вітровим навантаженням ($W_0 = 550$ Па). Згідно з картою ЗСР-2004-А та додатком А сейсмічність району будівництва становить 5 балів [3].

Середньорічна температура повітря становить приблизно $+7,4$ °С. Температурний режим вирізняється середньою температурою найхолоднішого місяця (січня) на рівні $-4,5$ °С (з абсолютним розрахунковим мінімумом до -30 °С) та найтеплішого місяця (липня) на рівні $+18,5$ °С (з абсолютним максимумом до $+35$ °С). Тривалість опалювального періоду із середньодобовою температурою повітря нижче $+8$ °С становить орієнтовно 190 діб.

Район належить до зони достатнього зволоження. Середньорічна сума опадів коливається в межах 550–650 мм, причому близько 70 % від цієї кількості випадає у теплий період року (з квітня по жовтень). Середньорічна відносна вологість повітря становить 78–80 %, досягаючи максимуму взимку (до 85–88 %) та знижуючись наприкінці весни. Сніговий покрив зазвичай встановлюється в другій половині грудня, але через часті зимові потепління він є вкрай нестійким. Характеристичне значення ваги снігового покриву, як і вітрове навантаження, визначається за вимогами [4].

Атмосферна циркуляція формується переважно під впливом західного перенесення. Домінуючими напрямками вітру протягом року є західний, північно-західний та південно-західний із середньорічною швидкістю 3,5–4,0 м/с. В осінньо-зимовий період фіксується посилення вітрової активності. Нормативна глибина

сезонного промерзання ґрунтів для даного регіону становить близько 0,8–1,0 м (зокрема, 0,8 м для суглинків та до 1,0 м для супісків).

1.3 Інженерно-геологічні та гідрологічні умови ділянки

Геологічна будова майданчика представлена сучасними техногенними, озерно-алювіальними та алювіальними четвертинними відкладами. На основі результатів буріння і лабораторних досліджень ґрунтовий масив розділено на такі інженерно-геологічні елементи:

ІГЕ-1 — насипні відвальні ґрунти. Представлені неоднорідною сумішшю супіску, піску, ґрунтово-рослинного шару, будівельного та побутового сміття. Вміст сторонніх включень місцями становить до 40 %. Потужність шару змінюється від 1,2 до 2,6 м. Ґрунти злежані, проте неоднорідні за складом і властивостями як у плані, так і за глибиною;

ІГЕ-2 — суглинок тугопластичний, пилуватий і шаруватий. У нижній частині шару трапляються прошарки пилуватого піску. Потужність ІГЕ-2 становить 0,6–2,7 м;

ІГЕ-2а — супісок пластичний з органічними домішками. Ґрунт має сіре, темно-сіре або чорне забарвлення, місцями збагачений мушлею. Потужність шару становить 1,5–4,3 м. ІГЕ-2а належить до слабких структурно-нестійких ґрунтів із підвищеною стисливістю та можливим тривалим розвитком осідань;

ІГЕ-3 — пісок пилуватий, щільний. Ґрунт неоднорідний, від вологого до водонасиченого, сірого або сизо-сірого кольору. Потужність шару становить приблизно 1,2–1,5 м;

ІГЕ-4 — супісок пластичний, пилуватий, шаруватий. Ґрунт переважно сірого і голубувато-сірого кольору, місцями озалізнений. Потужність шару змінюється від 4,0 до 7,9 м;

ІГЕ-5 — суглинок м'якопластичний, пилуватий і шаруватий. У верхній частині шару наявні лінзи та прошарки пластичних супісків, а також ознаки озалізнення.

Характерною особливістю геологічної будови є наявність значної товщі насипних ґрунтів ІГЕ-1 та слабких органомінеральних ґрунтів ІГЕ-2а. Використання ІГЕ-2а як природної основи фундаментів без спеціальних заходів не рекомендується, оскільки це може спричинити нерівномірні та тривалі осідання будівлі. Під час проєктування основ необхідно враховувати підвищену стисливість, мінливість характеристик, тиксотропні властивості та можливу зміну стану цих ґрунтів при водонасиченні.

Насипні ґрунти ІГЕ-1 також не рекомендується використовувати як безпосередню основу відповідальних фундаментів через їх неоднорідність і нерівномірне ущільнення. При замочуванні внаслідок витоків із водопровідних, каналізаційних або технологічних мереж у них можливий суфозійний винос дрібних частинок, що призводить до зниження міцності та утворення локальних деформацій.

Природною основою стовпчастих, стрічкових або плитних фундаментів можуть слугувати ґрунти ІГЕ-3, ІГЕ-4 або ІГЕ-5 залежно від глибини закладання фундаментів і фактичного розташування шарів у межах конкретної ділянки. У разі застосування пальових фундаментів палі рекомендується занурювати в ґрунти ІГЕ-4 або ІГЕ-5 із повним прорізанням слабких ґрунтів ІГЕ-2а. Остаточний тип основи та фундаментів необхідно приймати за результатами розрахунків несучої здатності і деформацій.

Гідрогеологічні умови ділянки характеризуються наявністю двох водоносних горизонтів: ґрунтового горизонту в четвертинних відкладах та напірного горизонту у верхньокрейдяних породах. Водотривким шаром є кора вивітрювання покрівлі крейди потужністю орієнтовно 2–3 м.

Ґрунтові води накопичуються переважно в алювіальних пісках і супісках та мають атмосферно-ґрунтове живлення. У квітні 2025 року рівень ґрунтових вод зафіксовано на глибині 4,5–6,2 м, що відповідає абсолютній відмітці близько 189,1 м і характеризує зимовий мінімум. За результатами попередніх вишукувань весняний максимум рівня ґрунтових вод становив близько 190,8 м. Амплітуда

сезонних коливань досягає приблизно 1,7 м. Напрямок розвантаження ґрунтових вод — на північний схід, у бік заплави річки Стир.

Для забезпечення надійності основ і фундаментів рекомендується:

не допускати спирання фундаментів на слабкі органомінеральні ґрунти ІГЕ-2а без їх заміни або підсилення;

у разі залягання під подошвою фундаментів насипних ґрунтів виконати їх вибірку, ущільнення або заміну на ґрунтову чи щебенево-піщану подушку;

передбачити організоване відведення дощових і талих вод від будівлі;

забезпечити надійну гідроізоляцію підземних залізобетонних конструкцій;

застосовувати бетон із необхідними показниками водонепроникності та морозостійкості;

виконати антикорозійний захист металевих елементів, які контактують із ґрунтом або підземними водами;

виключити можливість витоків із водопровідних і каналізаційних мереж;

під час розроблення котловану забезпечити збереження природної структури ґрунтів основи та не допускати їх замочування.

За сукупністю факторів категорія складності інженерно-геологічних умов ділянки належить до II категорії — середньої складності. Сейсмічність будівельного майданчика становить 5 балів, ґрунти за сейсмічними властивостями належать до II категорії. Зсувні та карстові процеси на ділянці не виявлені.

Таким чином, інженерно-геологічні умови майданчика є неоднорідними та потребують урахування слабких насипних і органомінеральних ґрунтів, можливого підтоплення та агресивності підземних вод. Прийняті конструктивні рішення фундаментів повинні забезпечувати передачу навантажень на достатньо міцні ґрунти ІГЕ-3, ІГЕ-4 або ІГЕ-5 та передбачати комплекс заходів із водозахисту і запобігання нерівномірним осіданням.

1.4 Генеральний план

Земельна ділянка для будівництва площею 3,8499 га розташована у виробничій зоні Волинської області, Луцького району, с. Рованці.

Цільове призначення ділянки – “11.02 Для розміщення та експлуатації основних, підсобних і допоміжних будівель та споруд підприємств переробної, машинобудівної та іншої промисловості, включаючи об’єкти оброблення відходів, зокрема із енергогенеруючим блоком”.

Функціональне призначення: В (виробничі зони).

Оцінка відповідності цільового використання та функціонального призначення земельної ділянки: відповідає.

За умовну відмітку $\pm 0,000$ прийнято рівень чистої підлоги першого поверху будівлі, що відповідає абсолютній відмітці 195,300 м.

На ділянці розміщені існуючі виробничі, побутові будівлі та споруди, споруди інженерного забезпечення.

Будівля та споруда розташована в межах відведеної земельної ділянки з нормованими відступами від червоних ліній, допустимими санітарними та протипожежними розривами від існуючих споруд.

Передбачається благоустрій території з влаштуванням твердого покриття для проїздів, доріг та відмосток з організованим лінійним водовідведенням дощових вод.

Заїзд та виїзд до комплексу, що проєктується виконується через існуючі під’їзні шляхи та ворота. Радіуси та ширина внутрішньо майданчикових проїздів запроектовані згідно з вимогами [10, 19].

Габарити майданчиків та проїздів, радіуси заокруглень проїздів, рух автомашин на території комплексу забезпечують безпечний рух вантажних автомашин замовника.

До всіх будівель та споруд комплексу забезпечений під’їзд пожежних автомашин.

1.4.1 Техніко-економічні показники генерального плану

Основні техніко-економічні показники генерального плану наведено в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Основні техніко-економічні показники генерального плану

№ п/п.	Показник	Од. вим.	Значення
1	Характер будівництва	Нове будівництво	
3	Площа ділянки	га	3,8499
5	Площа забудови	м ²	342,50
7	Ступінь вогнестійкості		IIIa
8	Площа дорожнього вимощення (тип 1)	м ²	1563,3
9	Площа дорожнього вимощення (тип 2)	м ²	347,76

1.5 Архітектурно-планувальні рішення

1.5.1 Об'ємно-планувальні рішення

Будівля запроєктована двоповерховою, прямокутною в плані. Основні габарити в осях становлять 27,0 × 12,0 м, максимальна висота — 9,96 м. Планувальна структура будівлі сформована з урахуванням її адміністративно-побутового та виробничого призначення.

На першому поверсі передбачено приміщення виробничого і допоміжного призначення. Згідно з експлікацією приміщень першого поверху, до складу поверху входять:

- хол — 11,37 м²;
- виробниче приміщення — 197,30 м²;
- електрощитова — 20,36 м²;
- сходові клітки — 23,87 м²;
- майстерня №1 — 43,61 м²;
- кабінет — 21,52 м²;
- санвузол для маломобільних груп населення — 4,63 м².

Загальна площа приміщень першого поверху становить 322,72 м².

Виробниче приміщення запроєктоване як приміщення вільного призначення, що дає можливість гнучкого використання простору залежно від технологічних потреб підприємства. Майстерня призначена для виконання допоміжних робіт і

обслуговування власних потреб підприємства. Електрощитова забезпечує розміщення електротехнічного обладнання. Наявність санвузла для маломобільних груп населення підвищує доступність будівлі та відповідає сучасним вимогам інклюзивності.

На другому поверсі передбачено адміністративні та побутові приміщення. Таке функціональне зонування дозволяє розділити виробничі процеси та адміністративно-побутове обслуговування персоналу, що сприяє раціональній організації внутрішнього простору будівлі.

Вертикальний зв'язок між поверхами забезпечується сходовою кліткою. Планувальне рішення прийняте з урахуванням зручності експлуатації, евакуації людей, функціонального зв'язку між приміщеннями та вимог пожежної безпеки.

1.5.2 Архітектурні рішення

Архітектурний вигляд будівлі сформований відповідно до її виробничо-побутового призначення. Об'єм будівлі має просту прямокутну форму, що є доцільним для промислових і адміністративно-побутових об'єктів. Таке рішення забезпечує раціональність конструктивної схеми, економічність будівництва та простоту експлуатації.

Фасадні рішення передбачають використання сучасних огорожувальних конструкцій, зокрема стінових сендвіч-панелей. Застосування сендвіч-панелей дозволяє забезпечити необхідні теплотехнічні характеристики зовнішніх стін, скоротити тривалість монтажу та надати будівлі сучасного промислового вигляду.

Покрівля запроектована із застосуванням покрівельних сендвіч-панелей, які спираються на металеві прогони та несучі елементи покриття. Така система покриття забезпечує захист будівлі від атмосферних опадів, достатню теплоізоляцію та технологічність монтажу.

У будівлі передбачено віконні та дверні прорізи відповідно до функціонального призначення приміщень, вимог природного освітлення, евакуації та експлуатаційної зручності [9]. Архітектурне рішення фасадів поєднує простоту форми, функціональність і відповідність промислового характеру об'єкта.

1.6 Техніко-економічні показники

Основні техніко-економічні показники будівлі наведено в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Основні техніко-економічні показники будівлі

№ п/п.	Показник	Од. вим.	Значення
1	Характер будівництва	Нове будівництво	
2	Кількість новостворених робочих місць	1 місце	24
3	Площа ділянки	га	3,8499
4	Поверховість	поверх	2
5	Площа забудови	м ²	342,50
6	Загальна площа приміщень	м ²	609,74
7	Ступінь вогнестійкості		IIIa
8	Клас наслідків (відповідальності)		СС1
9	Будівельний об'єм	м ³	3609,95
10	Тривалість будівництва	місяць	9,0

1.7 Опорядження будинку

Опорядження адміністративно-побутової будівлі з виробничими приміщеннями прийнято відповідно до функціонального призначення приміщень, умов їх експлуатації та вимог щодо довговічності, гігієнічності й зручності обслуговування.

Зовнішні стіни будівлі виконуються зі стінових сендвіч-панелей PIR, які встановлюються горизонтально по металевому каркасу. Такі панелі одночасно виконують огорожувальну, теплоізоляційну та декоративну функції. Вони забезпечують сучасний зовнішній вигляд фасадів, достатній рівень теплозахисту та швидкість монтажу. Покриття будівлі виконується з покрівельних сендвіч-панелей по металевих прогонах і фермах.

Внутрішні перегородки прийнято двох типів: з газобетонних блоків товщиною 200 мм та з гіпсокартонних систем типу КНАУФ С111 товщиною 100 мм. Газобетонні блоки прийняті розміром 600×200×200 мм, марки D400, класу

В2,5. Гіпсокартонні перегородки виконуються на металевому каркасі з профілів ПН75 та ПС75 із гіпсокартонними листами товщиною 12,5 мм.

Стелі в адміністративних, побутових та допоміжних приміщеннях передбачено підвісними типу «Armstrong». Таке рішення дозволяє приховати інженерні мережі, забезпечити акуратний вигляд приміщень і доступ до комунікацій під час експлуатації.

Опорядження стін і перегородок у приміщеннях передбачає водоемульсійне фарбування. У санітарних приміщеннях доцільно застосовувати глазуровану керамічну плитку, яка має вологостійкість, легко очищується та відповідає санітарно-гігієнічним вимогам.

Підлоги прийнято залежно від призначення приміщень. У виробничому приміщенні, електрощитовій, майстерні та кабінеті передбачено підлогу з топінгом по бетонній основі: бетон класу С20/25 товщиною 300 мм, будівельна плівка в один шар, щебенево-піщана суміш С7 товщиною 400 мм та ущільнений ґрунт. Загальна площа такого типу підлоги становить 287,42 м².

У приміщеннях другого поверху передбачено керамогранітну плитку з антиковзаючою поверхнею розміром 60×60 см товщиною 20 мм по клейовому прошарку Ceresit товщиною 5 мм, монолітному перекриттю товщиною 80 мм, профнастилу НС-57-960-1,0 та металевих балках. У холі та сходовій першого поверху також передбачено керамогранітну плитку по бетонній основі. Прийняті матеріали забезпечують міцність, зносостійкість, безпечність і належний санітарний стан приміщень.

1.8 Конструктивні рішення

Конструктивна схема будівлі прийнята у вигляді рамно-в'язевого каркаса з металопрокату. Така схема є ефективною для будівель виробничого та адміністративно-побутового призначення, оскільки забезпечує просторову жорсткість, несучу здатність і зручність компонування внутрішніх приміщень та відповідає вимогам [6, 7, 8, 11, 12, 15].

Жорсткість каркаса забезпечується сумісною роботою:

- сталевих колон;
- сталевих балок перекриття;
- металевих ферм покриття;
- прогонів покриття;
- системи вертикальних в'язей по колонах;
- монолітного перекриття.

Колони будівлі передбачено зі сталевих гарячекатаних профілів. Балки та елементи покриття також виконуються зі сталевих прокату. Вертикальні в'язі сприймають горизонтальні навантаження та забезпечують просторову незмінність каркаса.

Фундаменти запроектовано монолітними залізобетонними стовпчастого типу з бетону класу C20/25 F150 W6 по бетонній підготовці з бетону C8/10 товщиною 100 мм. Фундаментні балки виконуються монолітними залізобетонними з бетону C20/25. Прийняте рішення фундаментів відповідає конструктивній схемі металевих каркаса та забезпечує передачу навантажень від колон на основу.

Перекриття передбачено монолітним залізобетонним по профнастилу НС-57-960-1,0 та металевих балках. Таке рішення забезпечує спільну роботу перекриття з металевим каркасом, достатню жорсткість горизонтального диска та технологічність виконання робіт.

Підлога першого поверху передбачає шар бетонної основи з топінгом, будівельну плівку, щебенево-піщану суміш та ущільнений ґрунт. Таке рішення є доцільним для виробничих приміщень, де підлога повинна мати достатню міцність, зносостійкість та довговічність.

1.9 Рішення щодо запобігання пожежам

Протипожежні рішення для адміністративно-побутової будівлі з виробничими приміщеннями прийнято відповідно до Кодексу цивільного захисту України, НАПБ А.01.001-2014 «Правила пожежної безпеки в Україні», ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва» та інших нормативних документів.

Будівля є двоповерховою, має металевий рамно-в'язевий каркас і належить до IIIa ступеня вогнестійкості. Виробничі приміщення віднесено до категорії В за пожежною небезпекою. Для зниження ризику швидкого поширення вогню металеві колони, балки, ферми та інші несучі елементи повинні бути захищені сертифікованими вогнезахисними матеріалами, що забезпечують необхідну межу вогнестійкості конструкцій. Місця проходження інженерних мереж через стіни та перекриття підлягають ущільненню негорючими вогнестійкими матеріалами.

Планувальні рішення будівлі передбачають розділення виробничих, технічних, адміністративних і побутових приміщень. Евакуація з першого поверху здійснюється безпосередньо назовні, а з другого поверху — через сходову клітку. Двері на шляхах евакуації повинні відчинятися у напрямку виходу людей. Коридори, проходи, сходові марші та виходи необхідно утримувати вільними від обладнання, матеріалів і сторонніх предметів. Евакуаційні виходи позначаються світловими покажчиками, а на шляхах руху передбачається аварійне освітлення.

Для зовнішнього пожежогасіння проєктом передбачено використання існуючих пожежних резервуарів і пожежних гідрантів, розташованих на території підприємства. Розрахункова витрата води на зовнішнє пожежогасіння становить 20 л/с. Внутрішньомайданчикові проїзди забезпечують вільний під'їзд пожежної техніки до будівлі. Ширина односмугових пожежних проїздів повинна становити не менше 3,5 м. Також передбачено можливість під'їзду пожежних автомобілів і автодрабин до основних фасадів будівлі.

Будівля комплектується первинними засобами пожежогасіння. Проєктом передбачено два вуглекислотні вогнегасники ОУ-5, два пожежні відра, ящик із піском об'ємом 1 м³, негорюче покривало, гак, лопату, лом і сокиру. Пожежний інвентар розміщується на спеціально обладнаному щиті, а при в'їзді на територію встановлюється покажчик його місцезнаходження.

Електричні мережі будівлі повинні мати автоматичний захист від короткого замикання, перевантаження і струмів витоку. Електрощитова утримується зачиненою, доступ до неї надається лише кваліфікованому персоналу.

Забороняється використання пошкоджених кабелів, саморобних електронагрівальних приладів та перевантаження розеткових мереж.

Під час будівництва повинні бути визначені місця для куріння, зберігання горючих матеріалів і розміщення пожежного інвентарю. Вогневі роботи виконуються лише за нарядом-допуском із забезпеченням місця робіт

1.10 Інженерні мережі та обладнання

1.10.1 Електротехнічні рішення

Електротехнічні рішення адміністративно-побутової будівлі з виробничими приміщеннями розробляються з метою забезпечення надійного, безпечного та раціонального електропостачання всіх приміщень будівлі. Проектом передбачається живлення систем внутрішнього освітлення, розеткових мереж, електротехнічного обладнання, систем опалення, вентиляції, кондиціонування та інших споживачів, необхідних для нормальної експлуатації об'єкта.

Електропостачання будівлі виконується відповідно до завдання на проектування та чинних нормативних документів. За надійністю електропостачання об'єкт належить до споживачів III категорії. Це означає, що електроприймачі будівлі допускають перерву в електропостачанні на час, необхідний для ремонту або заміни пошкодженого елемента системи електропостачання.

Живлення електроустановок передбачається від мережі напругою 0,4 кВ. Під'єднання об'єкта здійснюється шляхом прокладання окремої лінії до розподільчого щита будівлі. Розподільчі щитки встановлюються у передбачених проектом місцях на зручній для обслуговування висоті. У щитах розміщуються апарати захисту, комутації та розподілу електроенергії по окремих групових лініях.

Внутрішні електричні мережі виконуються кабелем марки ВВГ. Прокладання кабелів передбачено відкрито в гофрованих трубах по будівельних конструкціях, а також приховано під шаром облицювальних матеріалів. Перерізи провідників окремих ділянок мережі приймаються з урахуванням максимально допустимих

тривалих струмів, перевірки за втратою напруги та умовами економічної густини струму.

Освітлювальна арматура вибирається з урахуванням призначення приміщень, їх висоти, умов експлуатації та характеру навколишнього середовища. Управління робочим освітленням виконується по місцю за допомогою вимикачів. Нормовані рівні освітленості приймаються відповідно вимог, що забезпечує необхідні умови зорової роботи, безпечного пересування людей та експлуатації приміщень.

Для забезпечення електробезпеки в будівлі прийнято систему заземлення типу TN-C-S, у якій нульовий робочий та захисний провідники розділяються у ввідному пристрої та розподільчих щитах. Також передбачається виконання основної системи зрівнювання потенціалів відповідно до вимог. До системи зрівнювання потенціалів приєднуються металеві частини інженерних мереж, будівельних конструкцій та електрообладнання, які можуть опинитися під напругою в аварійному режимі.

1.10.2 Водопостачання та водовідведення

Передбачено системи господарсько-питного водопроводу, побутової та виробничої каналізації.

Водопостачання передбачено від відгалуження водопроводу з виробничого приміщення 1-го поверху.

Гаряче водопостачання забезпечується від ємкісних електричних водонагрівачів.

Загальний облік води передбачено у приміщенні № 102 першого поверху.

Система господарсько-питного водопроводу запроектована з поліпропіленових композитних труб. Прокладання трубопроводу передбачається прихованим в товщі стяжки підлоги та в стінах. Трубопроводи водопроводу ізолювати покриттям K-flex PE.

Протипожежний внутрішній водопровід проектом не передбачається.

Побутові стічні води відводяться в зовнішню мережу каналізації.

1.10.3 Опалення та вентиляція

Опалення передбачено водяне двотрубне з нижнім розведенням. Джерело тепла - котли електричні. Теплоносій систем опалення - вода з параметрами 70-50 °С. Опалювальні прилади - радіатори сталеві та тепловентилятори з водяними теплообмінниками. Регулювання відпуску тепла передбачається за допомогою радіаторних термостатичних клапанів з термоголовками та автоматичних комбінованих клапанів (для тепловентиляторів).

У виробничому приміщенні 1 поверху додатково встановлено наступне обладнання для системи опалення: бак

мембранний розширювальний, насос циркуляційний для систем опалення, гідравлічна стрілка.

Трубопроводи для системи опалення запроектовано поліпропіленові композитні. Після монтажу трубопроводи

ізолювати покриттям зі спіненого поліетилену.

Вентиляцію передбачено природною та з механічним спонуканням: приплив повітря — природний, за рахунок відкривання фрамуг у вікнах; витяжка — природна через вентиляційні канали, а також механічна за допомогою відцентрових каналних вентиляторів.

Кондиціонування передбачається за допомогою спліт та мультиспліт систем. Внутрішні блоки для систем кондиціонування передбачаються настінні.

Трубопроводи для систем кондиціонування запроектовано мідні, після монтажу трубопроводи ізолювати покриттям з каучуку.

1.11 Доступність для маломобільних груп населення (МГН)

Проектні рішення адміністративно-побутової будівлі з виробничими приміщеннями забезпечують доступність, безпеку та зручність користування будівлею для маломобільних груп населення відповідно до [5]. До таких груп належать особи з інвалідністю, люди похилого віку, особи з тимчасовими

порушеннями здоров'я, вагітні жінки, люди з дитячими візками та інші користувачі, які мають труднощі під час пересування або орієнтування в просторі.

Вимоги щодо доступності будівель приймаються відповідно [5]. Основною метою цих вимог є створення безбар'єрного середовища, у якому всі користувачі можуть безпечно потрапити до будівлі, пересуватися в межах доступних зон та користуватися основними приміщеннями.

У даному проєкті доступність для маломобільних груп населення забезпечується на рівні першого поверху. У складі приміщень першого поверху передбачено санвузол для МГН площею 4,63 м². Його наявність дозволяє забезпечити необхідні умови для користування будівлею особами з обмеженою мобільністю. Санітарний вузол повинен мати достатній простір для маневрування, встановлення унітаза, умивальника, поручнів та іншого необхідного обладнання.

Вхід до будівлі необхідно передбачати зручним і безпечним. У разі наявності перепаду висот між рівнем прилеглої території та рівнем підлоги першого поверху слід передбачити пандус або інший доступний засіб підйому. Поверхня шляхів руху повинна бути рівною, неслизькою та без перешкод. Дверні прорізи, коридори та проходи мають забезпечувати можливість пересування людей на кріслах колісних.

Для зручності орієнтування необхідно передбачати зрозумілі інформаційні покажчики, достатнє освітлення вхідної зони, холу, коридорів, сходової клітки та санвузла для МГН. На шляхах евакуації не допускається розміщення предметів, які можуть ускладнювати рух людей.

1.12 Висновки за розділом 1

У даному розділі розглянуто основні архітектурно-будівельні рішення адміністративно-побутової будівлі з виробничими приміщеннями. Будівля запроектована двоповерховою, прямокутною в плані, з металевим рамно-в'язевим каркасом, монолітними залізобетонними фундаментами та сучасними огорожувальними конструкціями зі сендвіч-панелей.

Прийняті рішення забезпечують функціональність будівлі, зручність експлуатації, просторову жорсткість каркаса, можливість ефективного монтажу конструкцій і відповідність вимогам чинних нормативних документів. Об'ємно-планувальна структура будівлі дозволяє раціонально розмістити виробничі, адміністративні, побутові та допоміжні приміщення.

Архітектурно-будівельні рішення створюють основу для подальшого виконання розрахунково-конструктивного розділу, розрахунку навантажень, проєктування несучих елементів каркаса та фундаментів.

РОЗДІЛ 2

РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Загальні положення

У розрахунково-конструктивному розділі розглянуто основні несучі конструкції адміністративно-побутової будівлі з виробничими приміщеннями, розташованої у Волинській області, Луцькому районі, с. Рованці. Будівля є двоповерховою, прямокутною в плані, з розмірами в осях $27,0 \times 12,0$ м та максимальною висотою 9,96 м.

Конструктивну схему будівлі прийнято у вигляді рамно-в'язевого металевих каркаса. Просторова жорсткість і геометрична незмінність споруди забезпечуються сумісною роботою колон, балок перекриття, елементів покриття, вертикальних в'язей та жорсткого диска монолітного залізобетонного перекриття.

Основними несучими конструкціями будівлі є:

- сталеві колони;
- головні та другорядні балки перекриття;
- металеві ферми покриття;
- прогони;
- вертикальні та горизонтальні в'язі;
- монолітне залізобетонне перекриття по профільованому настилу;
- монолітні залізобетонні стовпчасті фундаменти;
- монолітні фундаментні балки.

Розрахунок конструкцій виконується за першою та другою групами граничних станів. За першою групою перевіряється міцність, загальна та місцева стійкість елементів, а за другою — жорсткість, деформативність і граничні переміщення.

Будівлю віднесено до класу наслідків СС1. Розрахунковий строк експлуатації прийнято 60 років. Основні елементи каркаса — колони, головні балки та пояси ферм — віднесено до категорії відповідальності «А», допоміжні балки, сходи та елементи для встановлення обладнання — до категорії «Б».

2.2 Збір навантажень

Збір навантажень на несучі конструкції адміністративно-побутової будівлі з виробничими приміщеннями виконано відповідно до вимог [4]. При розрахунку враховано постійні, тимчасові та кліматичні навантаження, які діють на покриття, міжповерхове перекриття, металеві конструкції каркаса та фундаменти.

До постійних навантажень належить власна вага покрівельних сендвіч-панелей, металевих прогонів, ферм, балок, колон, монолітного залізобетонного перекриття, профільованого настилу, конструкції підлоги, підвісної стелі, внутрішніх перегородок та інженерних мереж. Власна вага сталевих елементів у просторовій розрахунковій моделі визначається автоматично залежно від площі поперечного перерізу, довжини елемента та питомої ваги сталі.

Покриття будівлі виконується з покрівельних сендвіч-панелей із теплоізоляційним наповнювачем PIR товщиною 100 мм. Вага панелей, кріпильних деталей, фасонних елементів та підвішених інженерних мереж враховується як рівномірно розподілене постійне навантаження. Навантаження від покрівельних панелей передається на сталеві прогони, далі — на основні несучі елементи покриття, колони та фундаменти.

Основним короткочасним кліматичним впливом на покриття є снігове навантаження.

Граничне розрахункове значення снігового навантаження визначаємо за формулою (2.1):

$$S_m = \gamma_{fm} \cdot S_0 \cdot C = 1,14 \cdot 142,70 \cdot 1,0 = 162,68 \text{ кг/м}^2 \quad (2.1)$$

де $S_0 = 142,7 \text{ кг/м}^2$ — характеристичне значення снігового навантаження згідно ДБН В.1.2-2:2006 «Навантаження і впливи» Зі зміною №1 та №2;

$\gamma_{fm} = 1,14$ — за таб. 8.1 ДБН В.1.2-2:2006., $T=60$ років;

$$C = \mu \cdot C_e \cdot C_{alt} = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,0 \quad (2.2)$$

де $\mu = 1,0$ – додаток Ж ДБН В.1.2-2:2006;

$C_e = 1,0$ – п. 8.9 ДБН В.1.2-2:2006;

$C_{alt} = 1,0$ – п. 8.10 ДБН В.1.2-2:2006;

Експлуатаційне розрахункове значення снігового навантаження визначаємо за формулою (2.3):

$$S_e = \gamma_{fe} \cdot S_0 \cdot C = 0,49 \cdot 142,70 \cdot 1,0 = 69,92 \text{ кг/м}^2 \quad (2.3)$$

де $S_0 = 163,2 \text{ кг/м}^2$ – характеристичне значення снігового навантаження згідно ДБН В.1.2-2:2006 «Навантаження і впливи» Зі зміною №1 та №2;

$\gamma_{fe} = 0,49$ – за таб. 8.3 ДБН В.1.2-2:2006., $\eta = 0,02$;

$C = \mu \cdot C_e \cdot C_{alt} = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,0$,

де $\mu = 1,0$ – додаток Ж ДБН В.1.2-2:2006;

$C_e = 1,0$ – п. 8.9 ДБН В.1.2-2:2006;

$C_{alt} = 1,0$ – п. 8.10 ДБН В.1.2-2:2006;

Характеристичне значення вітрового тиску для району будівництва становить:

$$W_0 = 550 \text{ Па} = 56,07 \text{ кг/м}^2.$$

Граничне розрахункове значення вітрового навантаження визначаємо за формулою (2.4) з урахуванням коефіцієнта надійності, висоти будівлі, типу навколишньої місцевості та аеродинамічних коефіцієнтів. За коефіцієнта надійності $\gamma_{fm} = 1,20$ воно становить:

$$W_m = W_0 \cdot \gamma_{fm} = 56,07 \cdot 1,20 = 67,28 \text{ кг/м}^2 \quad (2.4)$$

Вітрове навантаження прикладається до зовнішніх стін та покриття. На навітряний фасад діє додатний тиск, а на підвітряний фасад і покриття — від’ємний тиск або відсмоктування. Навантаження передається від стінових і покрівельних панелей на прогони та елементи фахверка, далі — на поперечні рами, систему вертикальних в’язей і фундаменти.

Навантаження на несучі елементи покриття наведено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Навантаження на 1 м² покриття

№ п/п	Вид навантаження, формула розрахунку	Характеристичне навантаження, кг/м ²	Розрахункові навантаження, кг/м ²			
			експлуатаційне		граничне	
			γ_{fe}	значен ня	γ_{fm}	значен ня
1	Покрівельна сендвіч-панель PIR 100 мм	12,0	1,00	12,0	1,10	13,2
2	Кріплення, герметики та фасонні елементи покрівлі	3,00	1,00	3,00	1,10	3,30
3	Підвішені інженерні мережі та місцеві елементи	10,00	1,00	10,00	1,10	11,00
4	Снігове навантаження: $S_0=1,40 \text{ кН/м}^2=142,70 \text{ кг/м}^2$	142,70	0,49	69,92	1,14	162,68
Разом		164,08	—	94,92	—	190,18

Міжповерхове перекриття будівлі виконується у вигляді монолітної залізобетонної плити по профільованому настилу. До складу постійного навантаження входять вага покриття підлоги, плити, профільованого настилу, підвісної стелі, інженерних мереж та внутрішніх перегородок. Навантаження на міжповерхове перекриття наведено в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Навантаження на 1 м² міжповерхового перекриття

№ п/п	Вид навантаження, формула розрахунку	Характеристичне навантаження, кг/м ²	Розрахункові навантаження, кг/м ²			
			експлуатаційне		граничне	
			γ_{fe}	значен ня	γ_{fm}	значен ня
1	2	3	4	5	6	7
1	Керамогранітна плитка, $t=20$ мм: $0,02 \cdot 2300=46,00 \text{ кг/м}^2$	46,00	1,00	46,00	1,20	55,20
2	Клейовий прошарок Ceresit, $t=5$ мм: $0,005 \cdot 1600=8,00 \text{ кг/м}^2$	8,00	1,00	8,00	1,20	9,60
3	Монолітне залізобетонне перекриття, $0,1 \cdot 2500=250,00$ кг/м ²	250,00	1,00	250,00	1,20	300,00
4	Профнастил НС-57-970-1,0	10,00	1,00	10,00	1,05	10,50
5	Інженерні мережі під перекриттям	10,00	1,00	10,00	1,10	11,00
6	Еквівалентне навантаження від легких перегородок	50,00	1,00	50,00	1,20	60,00

Продовження таблиці 2.2

1	2	3	4	5	6	7
7	Тимчасове корисне навантаження для кабінетів: $q=1,50 \text{ кН/м}^2=152,90 \text{ кг/м}^2$	152,90	1,00	152,90	1,20	183,48
Разом		526,0	—	526,0	—	580,28

2.3 Металеві конструкції

Розрахунок виконано на статичні навантаження з врахуванням власної ваги за першим та другим граничним станом

Розрахунок виконано на основі наступних нормативних і регламентуючих документів [8].

2.3.1 Розрахунок прогонів покрівлі

Попередньо для розрахунку приймаємо прогон для врахуванням власної ваги, навантаження на прогон з швелера №18 та кроком 2,0 м. Вага швелера №18 становить 16,25 кг/м.п.

Розрахункову схему елемента у вигляді розрізної однопролітної балки прольотом $L = 6 \text{ м}$ наведено на рисунку 2.1.

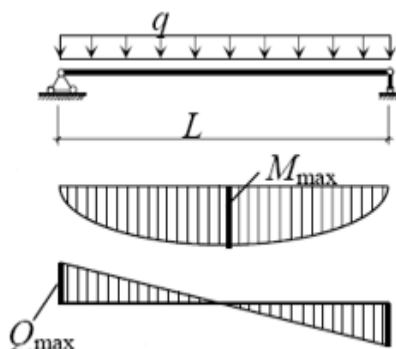


Рисунок 2.1 – Розрахункова схема балки та епюри внутрішніх зусиль

Експлуатаційне (нормативне) навантаження на прогон становить:

$$q_e = 0,095 \cdot 2,0 + 0,017 = 0,207 \text{ т/м}$$

Розрахункове навантаження на прогон становить:

$$q = 0,19 \cdot 2,0 + 0,017 \cdot 1,05 = 0,398 \text{ т/м}$$

Розрахункові згинальний момент (максимальний) та необхідний момент опору:

$$M = \frac{0,398 \cdot 6^2}{8} = 1,79 \text{ т} \cdot \text{м} = 179\,000 \text{ кг} \cdot \text{см},$$

$$W = \frac{179\,000}{1,1 \cdot 2400 \cdot 1} = 90,51 \text{ см}^3$$

Момент інерції прогону №18 $I_x = 1090 \text{ см}^4$

Момент опору прогону №18 $W_x = 121,1 \text{ см}^3$

$$W_x = 121,1 \text{ см}^3 > W = 90,51 \text{ см}^3$$

Визначаємо максимальний прогин прогону:

$$f = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_e \cdot L}{E \cdot I} = \frac{5}{384} \cdot \frac{0,207 \cdot 600^4}{2,06 \cdot 10^6 \cdot 1090} = 1,53 \text{ см} \leq 3 \text{ см}$$

Отже прийнятого прогона з швелера № 18 достатньо.

2.3.2 Розрахунок другорядної балки перекриття

Попередньо для розрахунку приймаємо балку для врахуванням власної ваги, навантаження на балка з швелера №24 та кроком 1,5 м. Вага швелера №24 становить 24,0 кг/м.п.

Розрахункову схему елемента у вигляді розрізної однопролітної балки прольотом $L = 6 \text{ м}$ наведено на рисунку 2.1.

Експлуатаційне (нормативне) навантаження на другорядну балку становить:

$$q_e = 0,526 \cdot 1,5 + 0,024 = 0,814 \text{ т/м}$$

Розрахункове навантаження на другорядну балку становить:

$$q = 0,581 \cdot 1,5 + 0,024 \cdot 1,05 = 0,894 \text{ т/м}$$

Розрахункові згинальний момент (максимальний) та необхідний момент опору:

$$M = \frac{0,894 \cdot 6^2}{8} = 3,66 \text{ т} \cdot \text{м} = 366\,000 \text{ кг} \cdot \text{см},$$

$$W = \frac{366\,000}{1.1 \cdot 2400 \cdot 1} = 185,05 \text{ см}^3$$

Момент інерції балки №24 $I_x = 2900 \text{ см}^4$

Момент опору балки №24 $W_x = 243,0 \text{ см}^3$

$$W_x = 243,0 \text{ см}^3 > W = 185,05 \text{ см}^3$$

Визначаємо максимальний прогин прогону:

$$f = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_e \cdot L}{E \cdot I} = \frac{5}{384} \cdot \frac{0,814 \cdot 600^4}{2.06 \cdot 10^6 \cdot 2900} = 2,48 \text{ см} \leq 3 \text{ см}$$

Отже прийняту балку з швелера № 24 достатньо.

2.3.3 Розрахунок головної балки перекриття

Попередньо для розрахунку приймаємо балку для врахуванням власної ваги, навантаження на балка з швелера №40 та кроком 6,0 м. Вага швелера №40 становить 57,0 кг/м.п.

Розрахункову схему елемента у вигляді розрізної однопролітної балки прольотом $L = 6 \text{ м}$ наведено на рисунку 2.1.

Експлуатаційне (нормативне) навантаження на балку становить:

$$q_e = 0,526 \cdot 6,0 + 0,057 = 3,216 \text{ т/м}$$

Розрахункове навантаження на балку становить:

$$q = 0,581 \cdot 6,0 + 0,057 \cdot 1,05 = 3,537 \text{ т/м}$$

Розрахункові згинальний момент (максимальний) та необхідний момент опору:

$$M = \frac{3,537 \cdot 6^2}{8} = 14,47 \text{ т} \cdot \text{м} = 1447\,000 \text{ кг} \cdot \text{см},$$

$$W = \frac{1447\,000}{1.1 \cdot 2400 \cdot 1} = 730,88 \text{ см}^3$$

Момент інерції балки №40 $I_x = 19062,0 \text{ см}^4$

Момент опору балки №40 $W_x = 953,0 \text{ см}^3$

$$W_x = 953,0 \text{ см}^3 > W = 73 \text{ см}^3$$

Визначаємо максимальний прогин прогону:

$$f = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_e \cdot L}{E \cdot I} = \frac{5}{384} \cdot \frac{3,126 \cdot 600^4}{2,06 \cdot 10^6 \cdot 19062} = 1,49 \text{ см} \leq 3 \text{ см}$$

Отже прийняту балку з швелера № 40 достатньо.

2.3.4 Розрахунок сталеві ферми

Розрахунок сталеві ферми покриття виконано у програмному комплексі «Кристал» відповідно до вимог[14]. Метою розрахунку є підбір та перевірка міцності, загальної та місцевої стійкості, гнучкості елементів ферми, а також визначення прогинів конструкції за нормативними навантаженнями.

Ферма покриття запроєктована як плоска наскрізна металева конструкція з горизонтальним нижнім та похилим верхнім поясами. Її геометричну схему наведено на рисунку 2.2, розрахункову схему — на рисунку 2.3, схеми прикладання постійного та снігового навантажень — на рисунках 2.4 і 2.5 відповідно. Основні геометричні характеристики ферми:

- розрахунковий проліт — $L = 12,0$ м;
- конструктивна висота — $H = 1,215$ м;
- висота ферми біля опори — $H_1 = 0,25$ м;
- кількість панелей нижнього пояса — 6;
- довжина однієї панелі нижнього пояса — $2,0$ м;
- матеріал конструкції — сталь С255;

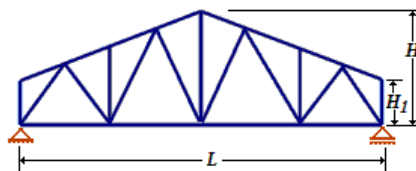


Рисунок 2.2 – Геометрична схема сталеві ферми

Вузли верхнього пояса розкріплені з площини ферми через один вузол, а нижній пояс — у крайніх вузлах, як показано на рисунку 2.3. Прийняту систему розкріплення враховано під час визначення розрахункових довжин стиснутих елементів і перевірки їх стійкості з площини ферми.

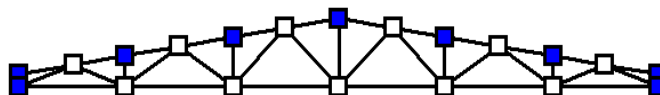


Рисунок 2.3 – Розрахункова схема сталевій ферми

Розрахункову схему ферми прийнято шарнірно обпертою по крайніх вузлах. Елементи поясів і решітки моделюються як стержні, що працюють переважно на центральний розтяг або стиск. Перерізи елементів ферми прийнято такими:

- верхній пояс — квадратна сталева труба 100×4 мм;
- нижній пояс — квадратна сталева труба 100×4 мм;
- розкоси — прямокутна сталева труба $80 \times 40 \times 3$ мм;
- стояки — прямокутна сталева труба $80 \times 60 \times 4$ мм;
- опорні розкоси — прямокутна сталева труба $80 \times 60 \times 3$ мм;
- опорні стояки — прямокутна сталева труба $80 \times 60 \times 4$ мм.

Навантаження від покрівельних панелей, снігу, власної ваги прогонів і допоміжних конструкцій передається на ферму через вузли верхнього пояса.

У розрахунку розглянуто два основні завантаження:

Постійне навантаження, до якого входять власна вага ферми, покрівельних конструкцій, прогонів, кріпильних елементів та інженерних мереж. Коефіцієнт надійності за постійним навантаженням прийнято 1,10. Власна вага ферми врахована з коефіцієнтом 1,05 (рис. 2.4).

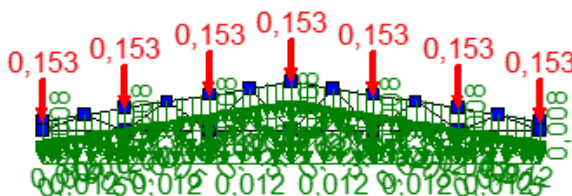


Рисунок 2.4 – Схема прикладання постійного навантаження до ферми

Снігове навантаження, що діє на покриття будівлі та через прогони передається на вузли верхнього пояса ферми. Коефіцієнт надійності за сніговим навантаженням у програмному розрахунку прийнято 1,40 (рис. 2.5).

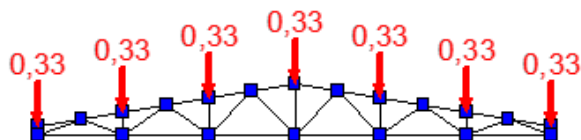


Рисунок 2.5 – Схема прикладання снігового навантаження до ферми

Розрахунок виконано за несприятливими комбінаціями постійного та снігового навантажень. Для кожного елемента визначено мінімальне та максимальне поздовжні зусилля, наведені в таблиці 2.3. Нумерацію стержнів ферми показано на рисунку 2.6.

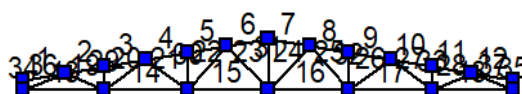


Рисунок 2.6 – Нумерація стержнів сталеві ферми

Таблиця 2.3 – Зусилля в елементах ферми

№ ел.	Комбінації		Завантаження	
	N _{min}	N _{max}	1	2
	T	T	T	
Елементи верхнього пояса				
1	0	0	0	0
2	-22,797	-4,659	-4,437	-17,275
3	-22,797	-4,659	-4,437	-17,275
4	-23,35	-4,778	-4,551	-17,687
5	-23,35	-4,778	-4,551	-17,687
6	-19,317	-3,956	-3,767	-14,63
7	-19,317	-3,956	-3,767	-14,63
8	-23,35	-4,778	-4,551	-17,687
9	-23,35	-4,778	-4,551	-17,687
10	-22,797	-4,659	-4,437	-17,275
11	-22,797	-4,659	-4,437	-17,275

Продовження таблиці 2.3

№ ел.	$N_{\min}$	$N_{\max}$	1	2
12	0	0	0	0
Елементи нижнього пояса				
13	3,224	15,684	3,071	11,866
14	4,685	22,854	4,462	17,304
15	4,26	20,769	4,057	15,723
16	4,26	20,769	4,057	15,723
17	4,685	22,854	4,462	17,304
18	3,224	15,684	3,071	11,866
Елементи стояків				
29	-2,515	-0,467	-0,445	-1,95
30	-2,516	-0,469	-0,446	-1,95
31	0,786	3,617	0,749	2,696
32	-2,516	-0,469	-0,446	-1,95
33	-2,515	-0,467	-0,445	-1,95
Елементи розкосів				
19	1,487	7,377	1,416	5,61
20	-0,43	-0,106	-0,101	-0,308
21	0,04	0,247	0,038	0,197
22	0,665	3,319	0,633	2,527
23	-2,466	-0,515	-0,49	-1,858
24	-2,466	-0,515	-0,49	-1,858
25	0,665	3,319	0,633	2,527
26	0,04	0,247	0,038	0,197
27	-0,43	-0,106	-0,101	-0,308
28	1,487	7,377	1,416	5,61
Елементи опорних розкосів				
36	-16,956	-3,486	-3,32	-12,829
37	-16,956	-3,486	-3,32	-12,829
Елементи опорних стояків				
34	-2,507	-0,459	-0,437	-1,95
35	-2,507	-0,459	-0,437	-1,95

Максимальні та мінімальні опорні реакції ферми наведено в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Опорні реакції ферми

	Опорні реакції	
	Сила зліва (Т)	
За критерієм $N_{\max}$	-1,801	За критерієм $N_{\max}$
За критерієм $N_{\min}$	-8,968	За критерієм $N_{\min}$

Зведені результати перевірок елементів ферми та коефіцієнти використання наведено в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 – Зведені результати розрахунку елементів ферми

Результати розрахунку		
Перевірено за ДБН	Перевірка	Коефіцієнт використання
пп. 8.3.7, 9.5.14, 10.4.6, 10.4.7	Гранична гнучкість звису полиці (поясного листа) стояків з умови місцевої стійкості	0,341
п. 8.1.1	Міцність розкосів	0,456
п. 8.1.3	Стійкість розкосів у площині ферми	0,163
п. 8.1.3	Стійкість розкосів із площини ферми	0,22
пп. 13.1.1-13.1.4, 13.4.1	Гнучкість розкосів	0,496
пп. 8.3.2, 9.5.1-9.5.8, 10.4.2, 10.4.5	Гранична гнучкість стінки розкосів з умови місцевої стійкості	0,509
пп. 8.3.7, 9.5.14, 10.4.6, 10.4.7	Гранична гнучкість звису полиці (поясного листа) розкосів з умови місцевої стійкості	0,21
п. 8.1.1	Міцність опорних розкосів	0,887
п. 8.1.3	Стійкість опорних розкосів у площині ферми	0,933
п. 8.1.3	Стійкість опорних розкосів із площини ферми	0,959
пп. 13.1.1-13.1.4, 13.4.1	Гнучкість опорних розкосів	0,368
пп. 8.3.2, 9.5.1-9.5.8, 10.4.2, 10.4.5	Гранична гнучкість стінки опорних розкосів з умови місцевої стійкості	0,592
пп. 8.3.7, 9.5.14, 10.4.6, 10.4.7	Гранична гнучкість звису полиці (поясного листа) опорних розкосів з умови місцевої стійкості	0,418
п. 8.1.1	Міцність опорних стояків	0,101
п. 8.1.3	Стійкість опорних стояків у площині ферми	0,101
п. 8.1.3	Стійкість опорних стояків із площини ферми	0,101
пп. 13.1.1-13.1.4, 13.4.1	Гнучкість опорних стояків	0,071
пп. 8.3.2, 9.5.1-9.5.8, 10.4.2, 10.4.5	Гранична гнучкість стінки опорних стояків з умови місцевої стійкості	0,455
пп. 8.3.7, 9.5.14, 10.4.6, 10.4.7	Гранична гнучкість звису полиці (поясного листа) опорних стояків з умови місцевої стійкості	0,313
	Обмежувати прогин для нормативних навантажень	0,586
	Обмежувати прогин для нормативних тривалих навантажень	0,488
пп. 8.3.7, 9.5.14, 10.4.6, 10.4.7	Гранична гнучкість звису полиці (поясного листа) стояків з умови місцевої стійкості	0,341
п. 8.1.1	Міцність розкосів	0,456
п. 8.1.3	Стійкість розкосів у площині ферми	0,163
п. 8.1.3	Стійкість розкосів із площини ферми	0,22
пп. 13.1.1-13.1.4, 13.4.1	Гнучкість розкосів	0,496

Продовження таблиці 2.5

Перевірено за ДБН	Перевірка	Коефіцієнт використання
пп. 8.3.2, 9.5.1-9.5.8, 10.4.2, 10.4.5	Гранична гнучкість стінки розкосів з умови місцевої стійкості	0,509
пп. 8.3.7, 9.5.14, 10.4.6, 10.4.7	Гранична гнучкість звису полиці (поясного листа) розкосів з умови місцевої стійкості	0,21
п. 8.1.1	Міцність опорних розкосів	0,887
п. 8.1.3	Стійкість опорних розкосів у площині ферми	0,933
п. 8.1.3	Стійкість опорних розкосів із площини ферми	0,959
пп. 13.1.1-13.1.4, 13.4.1	Гнучкість опорних розкосів	0,368
пп. 8.3.2, 9.5.1-9.5.8, 10.4.2, 10.4.5	Гранична гнучкість стінки опорних розкосів з умови місцевої стійкості	0,592
пп. 8.3.7, 9.5.14, 10.4.6, 10.4.7	Гранична гнучкість звису полиці (поясного листа) опорних розкосів з умови місцевої стійкості	0,418

Максимальний коефіцієнт використання 0,959 - Стійкість опорних розкосів із площини ферми.

Максимальні прогини ферми наведено в таблиці 2.6.

Таблиця 2.6 – Максимальні прогини ферми

Максимальний прогин -	$k \cdot L$	Фактор
для нормативних навантажень	0,00333	0,586
для нормативних тривалих навантажень	0,004	0,488

2.4 Висновки за розділом 2

У розрахунково-конструктивному розділі виконано збір навантажень і перевірку основних металевих несучих елементів адміністративно-побутової будівлі з виробничими приміщеннями.

1. Виконано збір постійних, тимчасових і кліматичних навантажень. У розрахунках враховано власну вагу покрівельних сендвіч-панелей, прогонів, металевих ферм, балок, монолітного залізобетонного перекриття, профільованого настилу, конструкції підлоги, перегородок та інженерних мереж.

2. Виконано розрахунок прогону покрівлі. Прогін розглянуто як однопролітну шарнірно обперту балку прольотом 6,0 м. Перевірка міцності та

жорсткості показала, що прийнятий переріз прогону забезпечує сприйняття розрахункових навантажень.

3. Виконано розрахунок другорядної та головної балок перекриття. Балки розраховано на постійне навантаження від монолітного залізобетонного перекриття, профільованого настилу, підлоги, інженерних мереж і перегородок, а також на тимчасове експлуатаційне навантаження. Для прийнятих перерізів виконано перевірки за нормальними напруженнями та прогинами. Фактичні моменти опору балок перевищують необхідні розрахункові значення, а прогини не перевищують гранично допустимих.

4. Виконано розрахунок сталеві ферми покриття. Розрахунок ферми прольотом 12,0 м виконано у програмному комплексі «Кристал» відповідно. Верхній і нижній пояси прийнято з квадратних труб 100×4 мм, розкоси — з труб $80 \times 40 \times 3$ мм, стояки — $80 \times 60 \times 4$ мм, опорні розкоси — $80 \times 60 \times 3$ мм. Максимальне стискальне зусилля у верхньому поясі становить 23,350 т, максимальне розтягувальне зусилля у нижньому поясі — 22,854 т. Найбільший коефіцієнт використання становить 0,959 і відповідає перевірці стійкості опорних розкосів із площини ферми. Фактичний прогин ферми становить приблизно 23,4 мм і не перевищує допустимого значення близько 40 мм.

5. Підтверджено відповідність прийнятих конструктивних рішень вимогам граничних станів. Для всіх розглянутих металевих конструкцій виконуються умови міцності, стійкості та жорсткості.

6. За результатами розрахунків встановлено, що прийняті перерізи прогонів, балок і елементів ферми можуть бути використані в конструктивній схемі будівлі. Вони забезпечують надійне сприйняття постійних, тимчасових, снігових і вітрових навантажень та відповідають вимогам першої і другої груп граничних станів.

РОЗДІЛ 3

ОСНОВИ ТА ФУНДАМЕНТИ

У даному розділі розглянуто конструктивні рішення основ і фундаментів адміністративно-побутової будівлі з виробничими приміщеннями, розташованої у Волинській області, Луцькому районі, с. Рованці.

Проектування основ і фундаментів виконується з урахуванням конструктивної схеми будівлі, розрахункових навантажень від металевого каркаса, інженерно-геологічної будови майданчика, рівня ґрунтових вод та можливих нерівномірних деформацій основи відповідно до вимог [15].

Несуча система будівлі прийнята у вигляді рамно-в'язевого металевого каркаса. Вертикальні та горизонтальні навантаження від покриття, міжповерхового перекриття, стінових огорожень і експлуатаційних впливів передаються через сталеві колони на окремо розташовані монолітні залізобетонні стовпчасті фундаменти.

Фундаменти повинні забезпечувати:

- необхідну несучу здатність ґрунтової основи;
- стійкість проти зсуву та перекидання;
- обмеження абсолютних і нерівномірних осідань;
- міцність фундаментної плити на згин;
- міцність на продавлювання;
- надійне закріплення сталевих колон;
- довговічність конструкцій в умовах можливого підтоплення;
- захист бетону, арматури та анкерних деталей від агресивного впливу ґрунтових вод.

Розрахунок основ і фундаментів виконується за першою та другою групами граничних станів. За першою групою перевіряють несучу здатність ґрунтової основи, міцність фундаменту, продавлювання, зсув і стійкість. За другою групою контролюють осідання фундаментів, нерівномірність деформацій і ширину розкриття тріщин у залізобетонних конструкціях.

3.1 Інженерно-геологічні умови основи

За результатами інженерно-геологічних вишукувань ґрунтовий масив майданчика має неоднорідну будову та представлений кількома інженерно-геологічними елементами.

У верхній частині розрізу залягають насипні відвальні ґрунти ІГЕ-1 потужністю 1,2–2,6 м. Вони представлені неоднорідною сумішшю супіску, піску, рослинного ґрунту, будівельного та побутового сміття. Через нерівномірність складу й ущільнення такі ґрунти не рекомендується використовувати як природну основу фундаментів без попередньої підготовки.

Нижче залягають тугопластичні суглинки ІГЕ-2 і пластичні супіски з органічними домішками ІГЕ-2а. Ґрунти ІГЕ-2а належать до слабких структурно-нестійких ґрунтів, мають підвищену стисливість, можливість тривалого розвитку осідань і нестабільність характеристик при водонасиченні.

Найбільш придатними для сприйняття навантажень від фундаментів є:

- ІГЕ-3 — щільний пілуватий пісок;
- ІГЕ-4 — пластичний пілуватий супісок;
- ІГЕ-5 — м'якопластичний пілуватий суглинок.

Остаточне рішення щодо ґрунту основи необхідно приймати за інженерно-геологічним розрізом у місці розташування кожного фундаменту. Підосва фундаменту повинна спиратися на однорідний за властивостями ґрунт із достатньою несучою здатністю.

У разі виявлення під фундаментами насипних або слабких органомінеральних ґрунтів необхідно передбачати:

- повне або часткове видалення слабого шару;
- улаштування ущільненої щебенево-піщаної подушки;
- механічне ущільнення основи;
- заміну слабого ґрунту;
- армування ґрунтової основи;
- застосування пальових фундаментів при значній потужності слабких шарів.

Рівень ґрунтових вод зафіксовано на глибині 4,5–6,2 м. У період сезонного максимуму та внаслідок техногенного водного навантаження можливе підняття рівня води на 1,5–2,0 м. Ділянка віднесена до підтопленої території, тому необхідно передбачити водозахист фундаментів і організоване відведення поверхневих вод.

3.2 Вибір типу фундаментів

З урахуванням конструктивної схеми будівлі та зосередженого передавання навантажень від сталевих колон прийнято окремо розташовані монолітні залізобетонні стовпчасті фундаменти.

Такий тип фундаментів є доцільним, оскільки:

- навантаження від каркаса передаються в окремих точках;
- будівля має відносно невеликий клас наслідків СС1;
- стовпчасті фундаменти мають меншу матеріаломісткість порівняно з плитним фундаментом;
- забезпечується можливість індивідуального підбору розмірів подошви залежно від навантаження на колону;
- конструкція зручна для встановлення анкерних блоків і монтажу металевих колон.

Фундаменти з'єднуються монолітними залізобетонними фундаментними балками. Фундаментні балки сприймають навантаження від зовнішніх огорожувальних конструкцій, забезпечують сумісну просторову роботу підземної частини та зменшують вплив можливих нерівномірних деформацій основи.

Подошву фундаментів прийнято на відмітці $-1,900$. Усі фундаменти влаштовуються по бетонній підготовці товщиною 100 мм із бетону класу С8/10.

3.3 Конструкція фундаментів

Проектом передбачено чотири типи монолітних залізобетонних фундаментів:

- фундамент Фм-1 розміром 2600×1800 мм — 4 шт.;
- фундамент Фм-2 розміром 2100×1700 мм — 9 шт.;

- фундамент Фм-3 розміром 2900×1900 мм — 1 шт.;
- фундамент Фм-4 розміром 1800×1800 мм — 4 шт.

Загальна кількість фундаментів становить 18 шт.

Фундаменти виконуються з бетону класу С20/25. За умовами експлуатації прийнято бетон із водонепроникністю W6 та морозостійкістю не нижче F100. Застосування бетону з підвищеною водонепроникністю зумовлено можливим сезонним підняттям рівня ґрунтових вод і агресивністю водного середовища.

Конструктивно фундамент складається з:

- фундаментної плити;
- підколонника;
- арматурних сіток;
- вертикальної арматури підколонника;
- поперечних хомутиків;
- анкерного блока для кріплення сталевих колон;
- бетонної підготовки.
- робочу арматуру класу А500С;
- конструктивну та поперечну арматуру класу А240С.

Захисний шар бетону до нижньої робочої арматури фундаментів приймається з урахуванням контакту конструкції з ґрунтом та умов експлуатації.

Для розрахунку прийнято, що підоснови фундаментів спираються на ІГЕ-4 — супісок пластичний, пилюватий. Розрахункові характеристики ґрунту: питома вага $\gamma_{II} = 19,1$ кН/м³, кут внутрішнього тертя $\phi_{II} = 23^\circ$, питоме зчеплення $c_{II} = 8$ кПа, модуль деформації $E = 13$ МПа.

Розрахунковий опір ґрунту основи визначаємо за формулою (3.1):

$$R = (\gamma_{c1} \cdot \gamma_{c2} / k) \cdot [M_{\gamma} \cdot k_z \cdot b \cdot \gamma_{II} + M_q \cdot d_1 \cdot \gamma'_{II} + (M_q - 1) \cdot d_b \cdot \gamma'_{II} + M_c \cdot c_{II}] \quad (3.1)$$

де R — розрахунковий опір ґрунту основи, кПа; γ_{c1} , γ_{c2} — коефіцієнти умов роботи ґрунтової основи та будівлі; k — коефіцієнт надійності; M_{γ} , M_q , M_c — коефіцієнти, що залежать від кута внутрішнього тертя ґрунту; k_z — коефіцієнт, що

залежить від ширини фундаменту; b — менший розмір підшви фундаменту, м; d_1 — глибина закладання підшви фундаменту, м; d_b — глибина підвалу, м; γ_{II} та γ'_{II} — розрахункові значення питомої ваги ґрунту відповідно нижче та вище підшви фундаменту; c_{II} — розрахункове питоме зчеплення ґрунту.

Для кута внутрішнього тертя $\varphi_{II} = 23^\circ$ приймаються коефіцієнти:

Сумарне вертикальне навантаження на основу визначаємо за формулою (3.2):

$$N_1 = N + G_f \quad (3.2)$$

Власну вагу фундаменту визначаємо за формулою (3.3):

$$G_f = V \cdot \gamma_b \quad (3.3)$$

Середній тиск під підшвою фундаменту визначаємо за формулою (3.4):

$$p_{\text{сер}} = N_1 / A \quad (3.4)$$

Ексцентриситет прикладання вертикального навантаження визначаємо за формулою (3.5):

$$e = M / N_1 \quad (3.5)$$

Крайові тиски під підшвою визначаємо за формулою (3.6):

$$p_{\text{max,min}} = N_1 / A \pm M / W \quad (3.6)$$

де $A = B \cdot L$ — площа підшви фундаменту, м²; W — момент опору площі підшви фундаменту, м³. Для прямокутної підшви $WL = B \cdot L^2/6$, а $WB = L \cdot B^2/6$.

Для відсутності відриву підшви від ґрунтової основи повинна виконуватися умова $e \leq B/6$ або $e \leq L/6$ залежно від напрямку дії моменту.

де W — момент опору площі підшви фундаменту. Для прямокутної підшви $WL = B \cdot L^2/6$, а $WB = L \cdot B^2/6$.

Розрахунок фундаменту Фм-1

Вихідні дані: $L = 2,60$ м; $B = 1,80$ м; $V = 3,31$ м³; $N = 28,85$ т; $M = 2,26$ т·м.

Площа підшви фундаменту:

$$A = 2,60 \cdot 1,80 = 4,68 \text{ м}^2.$$

Власна вага фундаменту:

$$G_f = 3,31 \cdot 2,50 = 8,28 \text{ т.}$$

Сумарне вертикальне навантаження:

$$N_1 = 28,85 + 8,28 = 37,12 \text{ т.}$$

Середній тиск під підшвою:

$$p_{\text{сер}} = 37,12/4,68 = 7,93 \text{ т/м}^2 = 77,8 \text{ кПа.}$$

Ексцентриситет прикладання навантаження:

$$e = 2,26/37,12 = 0,061 \text{ м.}$$

Граничні значення ядра перерізу: $L/6 = 0,433$ м; $B/6 = 0,300$ м. Умова відсутності відриву виконується, оскільки $e = 0,061 \text{ м} < 0,300 \text{ м}$.

Для несприятливого напрямку дії моменту момент опору підшви становить:

$$WB = 2,60 \cdot 1,80^2/6 = 1,404 \text{ м}^3.$$

Крайові тиски під підшвою:

$$p_{\text{max}} = 7,93 + 2,26/1,404 = 9,54 \text{ т/м}^2 = 93,6 \text{ кПа;}$$

$$p_{\text{min}} = 7,93 - 2,26/1,404 = 6,32 \text{ т/м}^2 = 62,0 \text{ кПа.}$$

Оскільки $p_{\text{max}} = 93,6 \text{ кПа} < R = 194,98 \text{ кПа}$, несуча здатність ґрунтової основи під фундаментом Фм-1 забезпечена.

Розрахунок фундаменту Фм-2

Вихідні дані: $L = 2,10$ м; $B = 1,70$ м; $V = 2,63$ м³; $N = 19,40$ т; $M = 2,01$ т·м.

Площа підшви фундаменту:

$$A = 2,10 \cdot 1,70 = 3,57 \text{ м}^2.$$

Власна вага фундаменту:

$$G_f = 2,63 \cdot 2,50 = 6,57 \text{ т.}$$

Сумарне вертикальне навантаження:

$$N_1 = 19,40 + 6,57 = 25,97 \text{ т.}$$

Середній тиск під подошвою:

$$p_{\text{сер}} = 25,97/3,57 = 7,28 \text{ т/м}^2 = 71,4 \text{ кПа.}$$

Ексцентриситет прикладання навантаження:

$$e = 2,01/25,97 = 0,077 \text{ м.}$$

Граничні значення ядра перерізу: $L/6 = 0,350 \text{ м}$; $B/6 = 0,283 \text{ м}$. Умова відсутності відриву виконується, оскільки $e = 0,077 \text{ м} < 0,283 \text{ м}$.

Для несприятливого напрямку дії моменту момент опору подошви становить:

$$WB = 2,10 \cdot 1,70^2/6 = 1,012 \text{ м}^3.$$

Крайові тиски під подошвою:

$$p_{\text{max}} = 7,28 + 2,01/1,012 = 9,26 \text{ т/м}^2 = 90,9 \text{ кПа};$$

$$p_{\text{min}} = 7,28 - 2,01/1,012 = 5,29 \text{ т/м}^2 = 51,9 \text{ кПа.}$$

Оскільки $p_{\text{max}} = 90,9 \text{ кПа} < R = 194,98 \text{ кПа}$, несуча здатність ґрунтової основи під фундаментом Фм-2 забезпечена.

Розрахунок фундаменту Фм-3

Вихідні дані: $L = 2,90 \text{ м}$; $B = 1,90 \text{ м}$; $V = 3,81 \text{ м}^3$; $N = 32,00 \text{ т}$; $M = 5,26 \text{ т} \cdot \text{м}$.

Площа подошви фундаменту:

$$A = 2,90 \cdot 1,90 = 5,51 \text{ м}^2.$$

Власна вага фундаменту:

$$G_f = 3,81 \cdot 2,50 = 9,53 \text{ т.}$$

Сумарне вертикальне навантаження:

$$N_1 = 32,00 + 9,53 = 41,52 \text{ т.}$$

Середній тиск під подошвою:

$$p_{\text{сер}} = 41,52/5,51 = 7,54 \text{ т/м}^2 = 73,9 \text{ кПа.}$$

Ексцентриситет прикладання навантаження:

$$e = 5,26/41,52 = 0,127 \text{ м.}$$

Оскільки $p_{\text{max}} = 103,5 \text{ кПа} < R = 194,98 \text{ кПа}$, несуча здатність ґрунтової основи під фундаментом Фм-3 забезпечена.

Для несприятливого напрямку дії моменту момент опору подошви становить:

$$WB = 2,90 \cdot 1,90^2/6 = 1,745 \text{ м}^3.$$

Крайові тиски під подошвою:

$$p_{\max} = 7,54 + 5,26/1,745 = 10,55 \text{ т/м}^2 = 103,5 \text{ кПа};$$

$$p_{\min} = 7,54 - 5,26/1,745 = 4,52 \text{ т/м}^2 = 44,4 \text{ кПа}.$$

Оскільки $p_{\max} = 103,5 \text{ кПа} < R = 194,98 \text{ кПа}$, несуча здатність ґрунтової основи під фундаментом ФМ-3 забезпечено.

Розрахунок фундаменту ФМ-4

Вихідні дані: $L = 1,80 \text{ м}$; $B = 1,80 \text{ м}$; $V = 2,38 \text{ м}^3$; $N = 37,58 \text{ т}$; $M = 0,00 \text{ т} \cdot \text{м}$.

Площа подошви фундаменту:

$$A = 1,80 \cdot 1,80 = 3,24 \text{ м}^2.$$

Власна вага фундаменту:

$$G_f = 2,38 \cdot 2,50 = 5,95 \text{ т}.$$

Оскільки $p_{\max} = 131,8 \text{ кПа} < R = 194,98 \text{ кПа}$, несуча здатність ґрунтової основи під фундаментом ФМ-4 забезпечена.

$$N_1 = 37,58 + 5,95 = 43,53 \text{ т}.$$

Середній тиск під подошвою:

$$p_{\text{сер}} = 43,53/3,24 = 13,44 \text{ т/м}^2 = 131,8 \text{ кПа}.$$

Оскільки згинальний момент дорівнює нулю, тиск під подошвою розподіляється рівномірно:

$$p_{\max} = p_{\min} = p_{\text{сер}} = 131,8 \text{ кПа}.$$

Оскільки $p_{\max} = 131,80 \text{ кПа} < R = 194,98 \text{ кПа}$, несуча здатність ґрунтової основи під фундаментом ФМ-4 забезпечено.

3.4 Кріплення сталевих колон до фундаментів

Кріплення колон металевого каркаса до фундаментів виконується за допомогою анкерних блоків, встановлених у підколонниках до бетонування.

Проектом передбачено анкерні блоки АБ-1. Анкерні деталі забезпечують:

- передавання вертикальних стискальних зусиль;
- сприйняття горизонтальних сил;
- сприйняття згинальних моментів;
- фіксацію колони у проектному положенні;

– можливість регулювання положення колони під час монтажу.

Анкерні болти виготовляються зі сталі 09Г2С. У проєкті застосовано анкерні болти М24 довжиною 1000 мм.

До монтажу колон необхідно перевірити:

- положення анкерів у плані;
- відмітку верхньої частини фундаменту;
- вертикальність анкерних болтів;
- відстані між болтами;
- цілісність різьби;
- міцність бетону фундаменту.

Після встановлення і вивірення колони простір під базовою плитою заповнюється безусадковим цементним розчином. Остаточне затягування гайок виконується після досягнення розчином необхідної міцності.

3.5 Фундаментні балки

Фундаментні балки передбачено монолітними залізобетонними з бетону класу С20/25. Вони спираються на окремі фундаменти та з'єднують їх між собою.

Основними функціями фундаментних балок є:

- сприйняття навантаження від стінових сендвіч-панелей і цокольних конструкцій;
- передавання навантаження на стовпчасті фундаменти;
- забезпечення просторової жорсткості підземної частини;
- зменшення нерівномірності переміщень окремих фундаментів;
- формування опорної частини зовнішніх стін.

Фундаментні балки розраховуються на згин і поперечну силу. Робоча поздовжня арматура встановлюється у розтягнутій зоні, а поперечна — у вигляді замкнутих хомутиків.

3.6 Висновки за розділом 3

У розділі «Основи та фундаменти» розглянуто інженерно-геологічні умови будівельного майданчика, обґрунтовано вибір конструкції фундаментів та виконано основні перевірки ґрунтової основи.

1. Проаналізовано інженерно-геологічні умови майданчика. Ґрунтовий масив ділянки має неоднорідну будову та представлений насипними ґрунтами ІґЕ-1, суглинками ІґЕ-2, слабкими органомінеральними супісками ІґЕ-2а, пілуватими пісками ІґЕ-3, пластичними супісками ІґЕ-4 та суглинками ІґЕ-5. Для розрахунку основи прийнято ІґЕ-4 — супісок пластичний, пілуватий, із питомою вагою $19,1 \text{ кН/м}^3$, кутом внутрішнього тертя 23° , питомим зчепленням 8 кПа та модулем деформації 13 МПа .

2. Обґрунтовано тип і конструкцію фундаментів. Для передавання навантажень від сталевих колон рамно-в'язевого каркаса прийнято окремо розташовані монолітні залізобетонні стовпчасті фундаменти чотирьох типів. Фундаменти виконуються з бетону класу $\text{C}20/25$, водонепроникністю $\text{W}6$ та морозостійкістю $\text{F}150$ по бетонній підготовці з бетону $\text{C}8/10$ товщиною 100 мм .

3. Виконано розрахунок тисків під подошвами фундаментів. Для розрахунку прийнято вертикальні сили та згинальні моменти, передані від колон, із додатковим урахуванням власної ваги фундаментів. Для всіх фундаментів мінімальні крайові тиски є додатними, а ексцентриситети не перевищують меж ядра перерізу, тому відрив подошви від ґрунту не виникає.

4. Перевірено несучу здатність ґрунтової основи.

5. Прийнято кріплення сталевих колон до фундаментів передбачено анкерними блоками з болтами $\text{M}24$. Окремі фундаменти об'єднуються монолітними залізобетонними фундаментними балками, які сприймають навантаження від огорожувальних конструкцій та підвищують просторову жорсткість підземної частини будівлі.

6. За результатами виконаних розрахунків встановлено, що прийняті розміри фундаментів забезпечують надійну передачу навантажень від металевих

каркаса на ґрунтову основу. Несуча здатність основи фундаментів Фм-1–Фм-4 забезпечена.

Прийняті конструктивні рішення фундаментів відповідають конструктивній схемі будівлі та забезпечують необхідну міцність, стійкість і надійність підземної частини споруди.

РОЗДІЛ 4

БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Охорона праці

Охорона праці під час нового будівництва адміністративно-побутової будівлі з виробничими приміщеннями є системою правових, організаційних, технічних, санітарно-гігієнічних і профілактичних заходів, спрямованих на збереження життя, здоров'я та працездатності працівників у процесі виконання будівельно-монтажних робіт.

Організація безпечного виконання робіт здійснюється відповідно [16,17,18, 20].

До початку будівництва територія повинна бути огорожена, а при в'їзді встановлюється інформаційний щит із назвою об'єкта, схемою руху транспорту, місцями розташування пожежного інвентарю та контактними даними відповідальних осіб. Небезпечні зони позначаються попереджувальними знаками та написами.

До виконання робіт допускаються працівники, які досягли встановленого законодавством віку, пройшли медичний огляд, вступний і первинний інструктаж, навчання та перевірку знань із питань охорони праці. Проведення інструктажів фіксується у відповідних журналах. Працівники, які виконують роботи підвищеної небезпеки, повинні мати відповідну професійну підготовку та посвідчення.

Усі працівники забезпечуються спеціальним одягом, захисним взуттям, касками, рукавицями, захисними окулярами та іншими засобами індивідуального захисту. Під час роботи на висоті обов'язковим є застосування запобіжних поясів або страхувальних систем.

Будівельний майданчик, робочі місця, проходи, проїзди та підходи до них у темний час доби повинні бути освітлені. Роботи в неосвітлених або недостатньо освітлених місцях забороняються. Проходи необхідно утримувати вільними від будівельного сміття, матеріалів, кабелів та інших предметів, які можуть спричинити падіння працівників.

Швидкість руху транспортних засобів на території будівельного майданчика не повинна перевищувати 10 км/год на прямих ділянках і 5 км/год на поворотах. Рух транспортних засобів здійснюється згідно з установленою схемою. Місця завантаження, розвантаження та складування матеріалів повинні бути сплановані та мати тверду основу.

На будівельному майданчику передбачаються санітарно-побутові приміщення для працівників: гардеробні, приміщення для відпочинку та обігріву, санітарні вузли, умивальні та місця для приймання їжі. Працівники повинні бути забезпечені

4.1.1 Техніка безпеки під час роботи з механізмами

Під час будівництва застосовуються вантажопідіймальні, землерийні, транспортні та інші будівельні механізми. Монтаж металевих і залізобетонних конструкцій виконується із застосуванням автокрана КС-55727-1 із довжиною стріли 28 м, висотою підйому гака до 20 м та максимальною вантажопідйомністю 25 т. Розроблення траншей під інженерні мережі передбачається екскаватором HITACHI ZX 200LC.

До керування будівельними машинами допускаються лише працівники, які мають відповідну кваліфікацію, посвідчення та пройшли навчання з безпечного виконання робіт. Перед початком зміни машиніст зобов'язаний перевірити технічний стан механізму, роботу гальмівної системи, сигналізації, освітлення, канатів, гаків, обмежувачів та інших пристроїв безпеки.

Вантажопідіймальні крани, стропи, траверси, захвати та інші вантажозахоплювальні пристрої повинні мати маркування, паспорти та відомості про проведення технічного огляду. Використання несправних або неперевірених пристроїв забороняється.

Місце встановлення крана повинно мати рівну та ущільнену основу. Кран встановлюється на виносні опори відповідно до вимог інструкції виробника. Розміщення крана поблизу укосів котлованів і траншей допускається лише з урахуванням стійкості ґрунту та безпечної відстані від краю виїмки.

Маса вантажу не повинна перевищувати вантажопідйомність крана при відповідному вильоті стріли. Перед підніманням необхідно перевірити правильність стропування та виконати пробне підняття вантажу на висоту 200–300 мм. Під час пробного підняття перевіряють рівномірність натягу стропів, надійність захвату, стійкість крана та роботу гальмівної системи.

Переміщення вантажу над людьми забороняється. Під час роботи крана працівники не повинні перебувати в межах небезпечної зони. Межі зони позначаються огороженням і попереджувальними знаками. Керування операціями здійснює призначений сигнальник або стропальник за допомогою встановлених жестів чи радіозв'язку.

Не допускається підтягування вантажу краном по землі, відривання примерзлих або затиснених конструкцій, підймання людей на гаку, залишення вантажу в підвішеному стані без нагляду. Під час сильного вітру, грози, туману або недостатньої видимості монтажні роботи припиняються.

Під час роботи екскаватора забороняється перебування людей у зоні дії ковша та поворотної платформи. Завантаження ґрунту в транспортні засоби виконується з боку заднього або бокового борту. Переміщення ковша над кабіною автомобіля не допускається. Перед початком земляних робіт необхідно уточнити місця проходження існуючих підземних комунікацій.

Ручний електроінструмент повинен бути справним, мати цілу ізоляцію, захисні кожухи та заземлення або подвійну ізоляцію. Перед заміною робочих частин, очищенням чи ремонтом електроінструмент від'єднують від мережі.

4.1.2 Охорона праці під час виконання основних технологічних процесів

Основними технологічними процесами під час спорудження будівлі є земляні роботи, улаштування монолітних залізобетонних фундаментів, монтаж металевого каркаса, улаштування перекриття, монтаж сендвіч-панелей, покрівельні, електромонтажні, санітарно-технічні та опоряджувальні роботи.

До початку земляних робіт територію очищають, виконують геодезичну розбивку та уточнюють розташування підземних мереж. Роботи поблизу діючих

комунікацій проводяться за письмовим дозволом організації, яка їх експлуатує, і під наглядом відповідальної особи.

Котловани та траншеї необхідно огорожувати. У місцях переходу людей через траншеї встановлюються перехідні містки шириною не менше 0,6 м із поручнями висотою 1,1 м. Ґрунт, матеріали та будівельні машини розміщуються на безпечній відстані від краю виїмки. Під час появи тріщин, осипання ґрунту або надходження води роботи припиняються до усунення небезпеки.

Під час улаштування залізобетонних фундаментів арматурні каркаси повинні бути стійко закріплені. Виступаючі кінці арматури захищають спеціальними ковпачками. Опалубку встановлюють відповідно до проєкту виконання робіт. Перед бетонуванням перевіряють її міцність, стійкість і герметичність. Демонтаж опалубки допускається лише після досягнення бетоном необхідної міцності.

Під час подавання бетонної суміші краном працівникам забороняється перебувати під баддею. Баддю очищають тільки після її опускання на землю. При ущільненні бетонної суміші електровібраторами необхідно користуватися діелектричними рукавицями та взуттям, а кабелі не повинні мати пошкоджень.

Монтаж сталевих колон, балок, ферм, прогонів і в'язей виконується відповідно до затвердженої технологічної послідовності. До розстропування конструкції вона повинна бути встановлена у проєктне положення та тимчасово закріплена. Монтаж наступних елементів допускається лише після перевірки стійкості раніше змонтованої частини каркаса.

Робочі місця на висоті обладнуються інвентарними риштуваннями, помостами, захисними огороженнями та засобами доступу. Використання випадкових підставок, ящиків або конструкцій як робочих площадок забороняється. Інструмент і дрібні деталі на висоті зберігають у спеціальних сумках або контейнерах.

Під час зварювальних робіт робоче місце очищають від горючих матеріалів. Зварювальник забезпечується щитком або маскою, рукавицями та спеціальним одягом. Балони зі стисненими газами розміщують вертикально, закріплюють і

захищають від нагрівання. Після завершення вогневих робіт виконується огляд місця їх проведення.

Монтаж стінових і покрівельних сендвіч-панелей виконується механізованим способом із застосуванням спеціальних захватів. Працівники повинні використовувати страхувальні системи. Виконання покрівельних робіт під час ожеледиці, грози, туману, сильного дощу та вітру, швидкість якого перевищує допустимі значення, забороняється.

Електромонтажні роботи виконуються після зняття напруги. На комутаційних апаратах встановлюються заборонні плакати. Тимчасові електромережі повинні бути захищені від механічних пошкоджень і вологи. Металеві корпуси обладнання підлягають заземленню.

Під час опоряджувальних робіт необхідно забезпечити вентиляцію приміщень. Фарби, розчинники та інші матеріали зберігаються в закритій тарі у визначених місцях. Працівники повинні користуватися рукавицями, окулярами та респіраторами.

4.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях

Надзвичайні ситуації на об'єкті можуть виникнути внаслідок пожежі, аварії інженерних мереж, обвалення конструкцій, ураження електричним струмом, вибуху, несприятливих погодних умов або воєнних загроз.

Для запобігання пожежі на будівельному майданчику встановлюється протипожежний режим. Місця зберігання горючих матеріалів, газових балонів і виконання вогневих робіт визначаються проєктом виконання робіт. Майданчик забезпечується вогнегасниками, пожежними щитами, ящиками з піском, лопатами, ломами та іншими первинними засобами пожежогасіння.

Проїзди до будівлі та джерел протипожежного водопостачання повинні залишатися вільними. На території забороняється спалювати відходи та використовувати відкритий вогонь у невстановлених місцях. Куріння дозволяється лише у спеціально визначених і обладнаних місцях.

У разі виявлення пожежі працівник повинен негайно повідомити керівника робіт і пожежно-рятувальну службу за номером 101, попередити людей, розпочати евакуацію та, за відсутності загрози життю, застосувати первинні засоби пожежогасіння.

На будівельному майданчику розробляється план евакуації. Евакуаційні проходи та виходи позначаються знаками безпеки, утримуються вільними та освітлюються у темний час доби. Працівники повинні бути ознайомлені з порядком дій у разі аварії.

У випадку ураження електричним струмом необхідно негайно відключити електроустановку або звільнити потерпілого від дії струму із застосуванням ізолювальних засобів. Після цього викликають екстрену медичну допомогу за номером 103 та надають домедичну допомогу.

У разі обвалення ґрунту в траншеї, падіння конструкції або аварії вантажопідіймального механізму роботи негайно припиняються, небезпечна зона огорожується, а керівник організовує рятувальні дії без створення додаткового ризику для працівників.

Під час грози, сильного вітру, ожеледиці та інших небезпечних погодних явищ висотні й монтажні роботи припиняються. Стріла крана переводиться у безпечне положення, конструкції та матеріали закріплюються.

З урахуванням воєнних загроз працівники повинні бути ознайомлені з місцем розташування найближчої захисної споруди або укриття, маршрутами руху до неї та сигналами оповіщення. Після отримання сигналу «Повітряна тривога» роботи припиняються, обладнання переводиться у безпечний стан, а працівники організовано прямують до укриття.

На об'єкті призначаються відповідальні особи за охорону праці, пожежну безпеку, експлуатацію електроустановок і вантажопідіймальних механізмів. Контактні телефони аварійних служб розміщуються на інформаційному стенді.

4.3 Висновки за розділом 4

У розділі розглянуто основні заходи з охорони праці та безпеки життєдіяльності під час нового будівництва адміністративно-побутової будівлі з виробничими приміщеннями.

Визначено вимоги до організації будівельного майданчика, навчання та забезпечення працівників засобами індивідуального захисту. Розглянуто правила безпечної роботи автокрана, екскаватора, електроінструменту та вантажозахоплювальних пристроїв.

Особливу увагу приділено безпеці під час земляних, бетонних, монтажних, зварювальних, покрівельних, електромонтажних та опоряджувальних робіт. Передбачено огороження небезпечних зон, контроль технічного стану механізмів, застосування страхувальних систем, безпечну організацію проходів і проїздів.

Розроблені заходи щодо дій у разі пожежі, аварій, ураження електричним струмом, несприятливих погодних умов та воєнних загроз. Дотримання передбачених вимог дозволяє знизити рівень виробничого травматизму, забезпечити безпечні умови праці та мінімізувати наслідки можливих надзвичайних ситуацій.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У даній кваліфікаційній роботі вирішено основні завдання проєктування нового будівництва адміністративно-побутової будівлі з виробничими приміщеннями в с. Рованці Луцького району Волинської області.

Розроблено архітектурно-планувальні та конструктивні рішення будівлі. Проєктована будівля має прямокутну форму в плані з розмірами в осях $27,0 \times 12,0$ м, максимальну висоту 9,96 м та складається з двох поверхів. Загальна площа приміщень становить $609,74 \text{ м}^2$, будівельний об'єм — $3609,95 \text{ м}^3$. На першому поверсі передбачено виробничі, технічні та допоміжні приміщення, а на другому — адміністративні й побутові приміщення.

Конструктивну схему прийнято у вигляді металевого рамно-в'язевого каркаса. Просторова жорсткість будівлі забезпечується сумісною роботою сталевих колон, головних і другорядних балок, ферм покриття, прогонів, вертикальних і горизонтальних в'язей, а також монолітного залізобетонного перекриття по профільованому настилу. Зовнішні стіни та покриття передбачено зі сандвіч-панелей із теплоізоляційним наповнювачем PIR.

У розрахунково-конструктивному розділі виконано збір постійних, тимчасових, снігових і вітрових навантажень. Розраховано сталевий прогін покриття прольотом 6,0 м, для якого прийнято швелер №18. Виконано перевірку другорядної та головної балок міжповерхового перекриття за міцністю і жорсткістю. Розрахунок сталевих ферм прольотом 12,0 м проведено у програмному комплексі «Кристал». Перевірено міцність, загальну та місцеву стійкість, гнучкість і прогини елементів. Отримані коефіцієнти використання несучої здатності не перевищують одиниці, тому прийняті перерізи відповідають вимогам першої та другої груп граничних станів.

На основі аналізу інженерно-геологічних умов прийнято монолітні залізобетонні стовпчасті фундаменти. Для кожного фундаменту визначено вертикальні навантаження, згинальні моменти, ексцентриситети та крайові тиски під подошвою.

У роботі також розглянуто інженерні системи, протипожежні заходи, доступність для маломобільних груп населення та основні вимоги охорони праці під час виконання будівельно-монтажних робіт.

Прийняті архітектурні та конструктивні рішення відповідають функціональному призначенню об'єкта, забезпечують необхідну міцність, стійкість, жорсткість, довговічність і безпечну експлуатацію будівлі. Отримані результати можуть бути використані для подальшого розроблення робочої документації та практичної реалізації проєкту.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Ясній В.П., Конончук О.П., Мещерякова О.М., Коваль І.В., Сорочак А.П. Методичні вказівки для виконання кваліфікаційної роботи бакалавра за спеціальністю 192 “Будівництво та цивільна інженерія”. Вид. ТНТУ, Тернопіль, 2025. – 59 с.
2. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Будівельна кліматологія. Чинний від 2011-11-01. Київ : Мінрегіонбуд України, 2011. 127 с. 4. ДБН В.1.2-2:2006. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування. Чинний від 2007-11-01. Київ : Мінбуд України, 2006. 75 с.
3. ДБН В.1.1-12:2014. Будівництво в сейсмічних районах України. Чинний від 2014-10-01. Київ : Мінрегіонбуд України, 2014. 110 с.
4. ДБН В.1.2-2:2006 Навантаження і впливи. Норми проектування. – К.: Мінрегіонбуд України, 2006 (зі змінами №1, чинними з 01.06.2020). – 68 с.
5. ДБН В.2.2-40:2018. Інклюзивність будівель і споруд. Основні положення. Чинний від 2019-04-01. Київ : Мінрегіон України, 2018. 64 с.
6. ДСТУ Б В.2.6-65:2008. Конструкції будинків і споруд. Палі залізобетонні. Технічні умови. Чинний від 2009-09-01. Київ : Мінрегіонбуд України, 2008. 70 с.
7. ДБН В.2.6-162:2010. Конструкції будинків і споруд. Кам'яні та армокам'яні конструкції. Основні положення. Із зміною №1. Чинний від 2022-09-01. Київ : Міністерство розвитку громад і територій України, 2022. 97 с.
8. ДБН В.2.6-198:2014 Сталеві конструкції. Норми проектування.
9. ДСТУ Б В.2.6-56:2008. Конструкції будинків і споруд. Східці залізобетонні та бетонні. Технічні умови. Чинний від 2009-09-01. Київ : Мінрегіонбуд України, 2009. 41 с.
10. ДБН В.2.3-15:2007. Споруди транспорту. Автостоянки і гаражі для легкових автомобілів. Зі зміною №3. Чинний від 2007-08-01. Київ : Мінрегіон України, 2022. 47 с.

11. ДБН В.1.1-7:2016. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. Чинний від 2017-06-01. Київ : Мінрегіон України, 2016. 38 с. 58
12. ДБН В.2.6-98:2009. Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення. Зі зміною №1. Чинний від 2011-07-01. Київ : Міністерство розвитку громад та територій, 2020. 68 с.
13. ДБН В.1.1-31:2013. Захист територій, будинків і споруд від шуму. Чинний від 2014-06-01. Київ : Мінрегіон України, 2014. 75 с.
14. Сорочак А. П. Програмне забезпечення інженерних розрахунків : конспект лекцій для студентів спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» всіх форм навчання. Тернопіль : Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2018. 128 с.
15. ДБН В.2.1-10:2018. Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення. Чинний від 2019-01-01. Київ : Мінрегіон України, 2018. 35 с.
16. Закон України "Про пожежну безпеку". – Київ: Верховна Рада України, 1993.
17. Зеркалов Д. В. Безпека життєдіяльності : навчальний посібник. Київ : Основа, 2011. 415 с.
18. ДБН А.3.2-2-2009. Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення. Чинний від 2012-04-01. Київ : Мінрегіонбуд України, 2012. 116 с.
19. ДБН В.2.3-15:2007. Споруди транспорту. Автостоянки і гаражі для легкових автомобілів. Зі зміною №3. Чинний від 2007-08-01. Київ : Мінрегіон України, 2022. 47 с.
20. Каспрук В Б. Методичні вказівки до написання розділу з охорони праці в будівництві для спеціальності 192 "Будівництво та цивільна інженерія". – Тернопіль : ТНТУ ім. І. Пулюя, 2024. – 15 с.