

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

Факультет інженерії машин, споруд і технологій
(повна назва факультету)
Кафедра будівельної механіки
(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

Бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Проект будівлі ферми для утримання великої рогатої худоби

Виконав: студент IV курсу, групи МБ-42
спеціальності _____

192 “Будівництво та цивільна інженерія”

(шифр і назва спеціальності)

Студент _____
(підпис) Запорожець В. О.
(прізвище та ініціали)

Керівник _____
(підпис) Гудь М. І.
(прізвище та ініціали)

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

Завідувач кафедри _____
(підпис) Ясній В.П.
(прізвище та ініціали)

Рецензент _____
(підпис) Качка О.І.
(прізвище та ініціали)

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)
« » 20__ 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 Запорожцю Вадиму Олексійовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проєкт будівлі ферми для утримання великої рогатої худоби

Керівник роботи Гудь Михайло Іванович, кандидат технічних наук, доцент кафедри БМ
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «22» січня 2026 року № 4/9-53.

2. Термін подання студентом завершеної роботи

3. Вихідні дані до роботи

Об'єкт проєктування - одноповерхова будівля ферми для утримання великої рогатої худоби поблизу с. Нововасилівка; функціональне призначення - телятник тваринницького комплексу м'ясного напрямку.

Вихідні умови - нове будівництво; Т-подібна форма в плані; безкаркасна конструктивна схема з несучими стінами, дерев'яним кроквяним дахом, стрічковими та пальовими фундаментами; кліматичні, інженерно-геологічні й нормативні дані, наведені у пояснювальній записці.

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

Розробити генеральний план, архітектурно-будівельні та об'ємно-планувальні рішення будівлі ферми для утримання великої рогатої худоби.

Обґрунтувати функціональну організацію тваринницької будівлі, технологічні рішення утримання худоби та прийняту конструктивну схему.

Виконати збір навантажень і розрахунок дерев'яної кроквяної системи даху: кроквяної ноги, прогону, стійки, підкосу та вузлів.

Виконати розрахунок і проєктування фундаменту неглибокого закладення та пальового фундаменту з порівнянням варіантів.

Розробити заходи пожежної безпеки, доступності, охорони навколишнього середовища та розділ «Безпека життєдіяльності, Основи охорони праці».

Підготувати графічну частину і оформити пояснювальну записку відповідно до чинних методичних вимог.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

Креслення графічної частини - не менше 6 аркушів формату А1 (594 x 841 мм).

6. Консультанти розділів роботи

[illegible]

7. Дата видачі завдання 22.01.2026

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

[illegible]

Студент

Запорожець В.О.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

Гудь М.И.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1 АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ	10
1.1 Загальні дані.....	10
1.1.1 Вихідні дані та умови для підготовки проєктної документації на об'єкт капітального будівництва.....	10
1.1.2 Відомості про функціональне призначення об'єкта капітального будівництва	10
1.1.3 Техніко-економічні показники.....	10
1.2 Схема планування земельної ділянки	11
1.2.1 Характеристика земельної ділянки, наданої для розміщення об'єкта капітального будівництва.....	11
1.2.2 Обґрунтування схем транспортних комунікацій, що забезпечують зовнішній та внутрішній під'їзд до об'єкта капітального будівництва	11
1.3 Архітектурні рішення	11
1.3.1 Опис та обґрунтування зовнішнього та внутрішнього вигляду будівлі, її просторової, планувальної та функціональної організації	11
1.3.2 Обґрунтування прийнятих об'ємно-просторових та архітектурнохудожніх рішень, у тому числі щодо дотримання граничних параметрів дозволеного будівництва об'єкта капітального будівництва	12
1.3.4 Опис рішень щодо оздоблення приміщень основного, допоміжного, обслуговуючого та технічного призначення.....	13
1.3.5 Опис архітектурних рішень, що забезпечують природне освітлення приміщень з постійним перебуванням людей.....	13
1.3.6 Опис архітектурно-будівельних заходів, що забезпечують захист приміщень від шуму, вібрації та інших впливів.....	14
1.3.7 Опис рішень щодо світлозахисту об'єкта, що забезпечують безпеку польоту повітряних суден (за необхідності)	14
1.4 Конструктивні та об'ємно-планувальні рішення.....	14

1.4.1 Відомості про основні природні кліматичні умови території, на якій розташована земельна ділянка, надана для розміщення об'єкта капітального будівництва	14
1.4.2 Опис та обґрунтування конструктивних рішень будівель і споруд, включаючи їх просторові схеми, прийняті при виконанні розрахунків будівельних конструкцій	15
1.4.3 Опис конструктивних і технологічних рішень підземної частини об'єкта капітального будівництва	15
1.4.4 Опис та обґрунтування прийнятих об'ємно-планувальних рішень будівель та споруд об'єкта капітального будівництва	15
1.5 Перелік заходів щодо охорони навколишнього середовища	16
1.5.1 Перелік заходів щодо запобігання та зменшення можливого негативного впливу запланованої господарської діяльності на навколишнє середовище та раціонального використання природних ресурсів на період будівництва та експлуатації об'єкта капітального будівництва	16
1.6 Заходи щодо забезпечення пожежної безпеки	18
1.6.1 Опис системи пожежної безпеки об'єкта капітального будівництва	18
1.6.2 Опис та обґрунтування прийнятих конструктивних та об'ємно-планувальних рішень, ступеня вогнестійкості та класу конструктивної пожежної небезпеки будівельних конструкцій	19
1.6.3 Опис та обґрунтування проєктних рішень щодо забезпечення безпеки людей у разі виникнення пожежі	20
1.6.4 Перелік заходів щодо забезпечення безпеки підрозділів пожежної охорони під час ліквідації пожежі	21
1.6.5 Опис та обґрунтування протипожежного захисту (автоматичних установок пожежогасіння, пожежної сигналізації, оповіщення та управління евакуації людей під час пожежі, внутрішнього протипожежного водопроводу, протидимного захисту)	21
1.7 Заходи щодо забезпечення доступу інвалідів	22

1.7.1 Перелік заходів щодо забезпечення доступу інвалідів до об'єктів, передбачених	22
РОЗДІЛ 2 РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ.....	24
2.1 Вихідні дані.....	24
2.2 Конструктивні рішення	24
2.3 Сума навантажень на несучі елементи будівлі	24
2.4 Розрахунок кроквяного даху	26
2.4.1 Розрахунок кроквяної ноги	27
2.4.2 Розрахунок прогону	30
2.4.3 Розрахунок стійки Ст-1.....	32
2.4.4 Розрахунок підкосу	33
2.4.5 Розрахунок вузлів.....	35
РОЗДІЛ 3 ОСНОВИ ТА ФУНДАМЕНТИ.....	42
3.1 Вихідні дані.....	42
3.2 Проектування фундаменту неглибокого закладення	43
3.2.1 Вибір глибини закладення фундаменту.....	43
3.2.2 Визначення попередніх розмірів фундаменту та розрахункового опору	44
3.2.3 Приведення навантажень до основи фундаменту.....	45
3.2.4 Визначення тисків під подошвою фундаменту.....	45
3.2.5 Конструювання та розрахунок стовпчастого фундаменту	45
3.3 Проектування пальового фундаменту із забивних паль	48
3.3.1 Вибір висоти ростверку та довжини паль.....	48
3.3.2 Перенесення навантажень на подошву ростверку.....	49
3.3.3 Перевірка паль за несучою здатністю	49
3.3.4 Конструювання та розрахунок пальового фундаменту.....	50
3.4 Порівняння варіантів фундаментів.....	51
РОЗДІЛ 4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ	52
4.1 Заходи з охорони праці та техніки безпеки	52
4.2 Заходи щодо охорони навколишнього середовища та раціонального використання природних ресурсів	53

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	54
БІБЛІОГРАФІЯ.....	57

ВСТУП

Тваринницькі будівлі є основою виробничої інфраструктури господарств, що спеціалізуються на утриманні великої рогатої худоби. Від об'ємно-планувальних, конструктивних і технологічних рішень таких об'єктів залежать умови утримання тварин, ефективність виконання виробничих процесів, зручність роботи персоналу, рівень санітарно-гігієнічної безпеки та довговічність будівлі.

Актуальність кваліфікаційної роботи полягає у необхідності розроблення проєктного рішення ферми для утримання великої рогатої худоби, що забезпечує належну організацію годівлі, напування, доїння, прибирання гною, розміщення тварин і обслуговуючого персоналу. Проєктування такого об'єкта потребує врахування технологічних вимог тваринництва, кліматичних умов району будівництва, особливостей ґрунтової основи, вимог пожежної безпеки, охорони навколишнього середовища та безпечної експлуатації конструкцій.

Об'єктом проєктування є будівля ферми для утримання великої рогатої худоби, розташована поблизу села Нововасилівка. Ділянка розміщується на території колишнього тваринницького комплексу та має зручний зв'язок із внутрішньомайданчиковими проїздами. З північного боку від проєктованої будівлі розташований існуючий телятник, з південного — вигульний майданчик, із західного боку — внутрішньомайданчикова дорога, а зі східного — огорожа території та вільна від забудови зона.

Будівля ферми запроєктована одноповерховою, окремо розташованою, Т-подібною в плані. Основне приміщення призначене для утримання тварин, організації кормороздачі, розміщення стійлового обладнання та прибирання гною. У прибудованій частині передбачено допоміжні приміщення, зокрема побутове приміщення для персоналу, молочарню, бокс та тамбур. Таке функціональне зонування забезпечує розділення виробничих і побутових процесів та скорочує внутрішні переміщення персоналу.

Технологічне рішення передбачає стійлово-пасовищне утримання великої рогатої худоби. Годівля тварин здійснюється з кормового столу, напування — з

індивідуальних поїлок, а видалення гною — скребковими транспортерами. Доїння передбачене механізованим способом у молокопровід, а первинна обробка та короткочасне зберігання молока організовуються у молочному блоці. Вказані рішення дають змогу забезпечити послідовність технологічного процесу та належні умови догляду за тваринами.

Конструктивна схема будівлі прийнята безкаркасною, з несучими поздовжніми та поперечними стінами. Фундаменти передбачено зі збірних фундаментних блоків, зовнішні стіни — цегляні, колони — залізобетонні. Покриття виконано у вигляді двосхилого дерев'яного кроквяного даху з покрівлею з металевих гофрованих листів. Для підвищення довговічності дерев'яних конструкцій передбачено їх антисептування та вогнезахисну обробку.

Метою кваліфікаційної роботи є розроблення архітектурно-будівельних, конструктивних і фундаментних рішень будівлі ферми для утримання великої рогатої худоби з урахуванням технології тваринництва, природно-кліматичних умов, вимог до надійності кроквяної системи, безпеки праці, пожежної безпеки та охорони навколишнього середовища.

Для досягнення поставленої мети у роботі вирішено такі **завдання**:

1. Проаналізовано вихідні дані для проектування, функціональне призначення ферми та особливості земельної ділянки.
2. Розроблено схему планування території з урахуванням внутрішньомайданчикових проїздів, пожежного обслуговування, вигульного майданчика та зв'язку об'єкта з існуючою забудовою.
3. Обґрунтовано архітектурно-планувальні рішення тваринницької будівлі, склад основних і допоміжних приміщень, розміщення технологічних зон та побутових приміщень для персоналу.
4. Розглянуто технологічні процеси утримання тварин, годівлі, напування, доїння, прибирання гною та організації короткочасного зберігання молока.
5. Прийнято конструктивну схему будівлі, визначено конструкції фундаментів, стін, колон, перекриття та двосхилого дерев'яного кроквяного даху.

6. Виконано розрахунок основних елементів кроквяної системи: кроквяної ноги, прогону, стійки, підкосу та вузлів з'єднання.

7. Проведено розрахунок дерев'яних конструкцій та перевірено їх міцність, стійкість і деформативність.

8. Виконано проєктування фундаментів двох типів: фундаменту неглибокого закладення та пальового фундаменту із забивних паль.

9. Проведено порівняння варіантів фундаментних рішень з урахуванням ґрунтових умов, навантажень від будівлі та конструктивних особливостей об'єкта.

10. Розглянуто заходи з пожежної безпеки, охорони праці, безпеки виконання будівельно-монтажних робіт та захисту навколишнього середовища.

Вихідними даними для проєктування є функціональне призначення об'єкта як будівлі ферми для утримання великої рогатої худоби, розташування майданчика поблизу с. Нововасилівка, кліматичні та інженерно-геологічні умови території, Т-подібна одноповерхова структура будівлі, цегляні стіни, залізобетонні колони, дерев'яна кроквяна система, металеве покрівельне покриття та необхідність вибору раціонального фундаментного рішення.

Методи виконання роботи включають аналіз технологічних і планувальних вимог до тваринницьких будівель, збір навантажень, розрахунок елементів дерев'яного даху в програмному комплексі SCAD Office, розрахунок фундаментів на природній основі та пальових фундаментів, а також обґрунтування заходів з безпеки праці й охорони довкілля.

Ключові слова: ФЕРМА, ТВАРИННИЦЬКА БУДІВЛЯ, ДЕРЕВ'ЯНА КРОКВЯНА СИСТЕМА, ПАЛЬОВИЙ ФУНДАМЕНТ.

РОЗДІЛ 1

АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ

1.1 Загальні дані

1.1.1 Вихідні дані та умови для підготовки проєктної документації на об'єкт капітального будівництва

Об'єкт будівництва — проєкт будівлі ферми для утримання великої рогатої худоби, розташований поблизу села Нововасилівка.

Проектна документація виконана відповідно до вимог технічних регламентів та нормативних документів:

1.1.2 Відомості про функціональне призначення об'єкта капітального будівництва

Функціональне призначення об'єкта капітального будівництва — телятник для утримання телят тваринницького комплексу м'ясного напрямку, з вирощування великої рогатої худоби.

1.1.3 Техніко-економічні показники

Таблиця 1.1 - Техніко-економічні показники

№ п/п	Назва показника	Одиниця виміру	Значення показника
1	Площа ділянки за кадастровим паспортом всієї території	м ²	93750,0
2	Площа ділянки в межах робіт для проєктованого телятника	м ²	4420,0
3	Площа забудови	м ²	1463,7
4	Загальна площа	м ²	1278,7
5	Будівельний об'єм будівлі	м ³	8185,9

1.2 Схема планування земельної ділянки

1.2.1 Характеристика земельної ділянки, наданої для розміщення об'єкта капітального будівництва

Ділянка під будівництво корівника розташована поблизу села Нововасилівка, на території колишнього свиногомплексу.

Категорія землі — землі населених пунктів.

Наразі майданчик вільний від забудови. Щодо існуючих будівель та споруд майданчик розташований наступним чином: з північного боку розташований існуючий телятник на відстані 25 м; з південного боку — вигульний майданчик для телят, що проєктується; з західного боку — внутрішньомайданчикова дорога на відстані 15 м, далі — існуючий телятник; зі східного боку — існуюча залізобетонна огорожа території та далі територія, вільна від забудови.

1.2.2 Обґрунтування схем транспортних комунікацій, що забезпечують зовнішній та внутрішній під'їзд до об'єкта капітального будівництва

Територія ділянки має зв'язок з вуличною дорожньою мережею за допомогою примикання головних вулиць села до проїздів зони забудови.

Основний вид зовнішнього та внутрішньомайданчикowego транспорту — автомобільний.

Пожежний проїзд до будівлі здійснюється з усіх боків по проїздах на території комплексу.

1.3 Архітектурні рішення

1.3.1 Опис та обґрунтування зовнішнього та внутрішнього вигляду будівлі, її просторової, планувальної та функціональної організації

За відносну відмітку 0,000 прийнято відмітку чистої підлоги 1-го поверху будівлі.

Будівля тваринницька - окремо стояча, Т-подібна із заданими технологічними параметрами приміщень і зон, одноповерхова. Габаритні розміри в осях $19,28 \times 66,0$ м, висота до низу балок 3,3 м.

Основне приміщення в осях Б-Д, 1-12 з розмірами $17,61 \times 12,0$ м. У ньому розташовані: кормороздача, стійлове приміщення, приміщення для видалення новонароджених. У частині будівлі в осях А-Б і 5-7 розташовані: побутовка, бокс 1,2,3,4,5, молочарня, тамбур.

1.3.2 Обґрунтування прийнятих об'ємно-просторових та архітектурнохудожніх рішень, у тому числі щодо дотримання граничних параметрів дозволеного будівництва об'єкта капітального будівництва

Об'ємно-просторове рішення прийнято на підставі затвердженого Завдання на проектування та узгодженого ескізного проекту.

Технічні рішення, прийняті в кресленнях, відповідають вимогам екологічних, санітарно-гігієнічних, протипожежних норм, що забезпечують безпечну для життя і здоров'я людей експлуатацію об'єкта при дотриманні передбачених проектною документацією заходів.

Утримання корів стійлово-пасовищне, прив'язне, у стійлах розмірами $1,9 \times 1,2$ м. Для прив'язі передбачено стійлове обладнання ОСК-25А з груповим відв'язуванням тварин. Стійла розташовуються в чотири ряди, утворюючи два кормові проходи шириною 2,7 м і три гнойові проходи: два пристінні шириною 0,8 м і один у середині будівлі 2 м. В одному безперервному ряду розміщуються 20 і 26 корів.

У зимовий час протягом дня за сприятливих умов коровам надається прогулянка тривалістю не менше двох годин.

Годування корів передбачено з кормового столу. У зимовий період прийнято годування кормосумішами, до складу яких входять сіно, силос, сінаж, коренеплоди, трав'яний обрізок, концентрати та мінеральне підживлення.

У літній період раціон кормів складається із зеленого корму та концентратів. Підготовка грубих і соковитих кормів до згодовування передбачена в іншому цеху. Зберігання річного запасу кормів передбачено на території ферми. Напування худоби водою передбачено з індивідуальних поїлок ПА-1А, встановлених з розрахунку: одна поїлка на дві голови. Доїння корів дворазове механічне у стійлах у молокопровід. Первинна обробка та короткочасне зберігання молока передбачено у молочному блоці, зблокованому з корівником. Доїння здійснюється за допомогою лінійних доїльних установок фірми ДеЛаваль. Технологія утримання тварин передбачає використання підстилки (солом'яної подрібненої) протягом року з розрахунку 0,5 кг на добу на одну голову. Річна потреба в підстилці — 336 ц. Прибирання гною в корівнику здійснюється скребковими транспортерами. Фасад оздоблений декоративною штукатуркою зеленого кольору.

Покрівля кроквяна, похила, покриття – металеві гофровані листи.

Вікна - з профілю ПВХ, отвір білого кольору. Ворота - розпашні металеві з хврткою.

1.3.4 Опис рішень щодо оздоблення приміщень основного, допоміжного, обслуговуючого та технічного призначення

Оздоблення стін — штукатурка, пофарбована вологостійкою водоемульсійною фарбою. Низ стін на висоту 1,2 метра — глазурована плитка.

Оздоблення стелі — штукатурка, пофарбована вологостійкою водоемульсійною фарбою.

1.3.5 Опис архітектурних рішень, що забезпечують природне освітлення приміщень з постійним перебуванням людей

Усі приміщення, в яких постійно перебувають люди, мають природне освітлення, організоване через віконні прорізи.

Об'ємно-планувальні рішення будівлі згідно до природного, штучного та комбінованого освітлення житлових і громадських будівель» передбачають природне освітлення приміщень через конструктивні світлові отвори.

1.3.6 Опис архітектурно-будівельних заходів, що забезпечують захист приміщень від шуму, вібрації та інших впливів

Захист приміщень від шуму, пилу, температурних впливів забезпечується багатошаровою конструкцією стін з розрахунковим утепленням та заповненням віконних прорізів рамами з ПВХ зі склопакетами.

Рівень звукового тиску в приміщенні електрощитової та вузла введення не перевищує нормативних значень.

1.3.7 Опис рішень щодо світлозахисту об'єкта, що забезпечують безпеку польоту повітряних суден (за необхідності)

Рішення щодо світлозахисту об'єкта для забезпечення безпеки польоту повітряних суден не потрібне.

1.4 Конструктивні та об'ємно-планувальні рішення

1.4.1 Відомості про основні природні кліматичні умови території, на якій розташована земельна ділянка, надана для розміщення об'єкта капітального будівництва

За відносну позначку 0,000 у будівлі прийнято рівень чистої підлоги поверху.

Ступінь вогнестійкості - III. Розрахункова температура зовнішнього повітря найхолоднішої п'ятиденки з забезпеченістю 0,92 дорівнює мінус 22°C . Розрахункове значення ваги снігового покриву на 1 м² горизонтальної поверхні - 180 кг/м². Нормативне вітрове навантаження - 38 кг/м².

Зона вологості - нормальна. Сейсмічність майданчика будівництва - 6 балів.

1.4.2 Опис та обґрунтування конструктивних рішень будівель і споруд, включаючи їх просторові схеми, прийняті при виконанні розрахунків будівельних конструкцій

Проектована будівля тваринницька ферма - окремо стояча.

У робочих кресленнях прийняті конструкції, матеріали, вироби згідно з чинними проектними рішеннями, типовими матеріалами для проектування, серіями.

Фундаменти - стрічкові з блоків ФБС.

Зовнішні стіни - з цегли- 1 НФ/100/1,2/50/ на розчині М 75 товщиною 640 мм. Колони – залізобетонні 300 × 300 мм.

Дах - кроквяний, покрівля - металеві гофровані листи.

Захист конструкцій від загоряння та гниття і вогнезахисну обробку проводити відповідно до вимог. Всі дерев'яні елементи просочити комбінованим розчином антисептика та антиперену, типу ВАНН-1, методом глибокого просочення з складанням акта випробування на ефективність.

1.4.3 Опис конструктивних і технологічних рішень підземної частини об'єкта капітального будівництва

При проектуванні фундаментів враховані нормативних документів. Фундамент — стрічковий із блоків ФБС

1.4.4 Опис та обґрунтування прийнятих об'ємно-планувальних рішень будівель та споруд об'єкта капітального будівництва

Геометричні параметри конструкцій визначені на підставі таких документів:

— архітектурних рішень;

– об'ємно-планувальних рішень.

Вимог до забезпечення та обслуговування об'єкта.

Визначальними факторами при призначенні геометричних параметрів конструкцій стали результати попередніх розрахунків.

1.5 Перелік заходів щодо охорони навколишнього середовища

1.5.1 Перелік заходів щодо запобігання та зменшення можливого негативного впливу запланованої господарської діяльності на навколишнє середовище та раціонального використання природних ресурсів на період будівництва та експлуатації об'єкта капітального будівництва

Для організації безпечних робочих місць у зонах можливої дії небезпечних і шкідливих виробничих факторів були розроблені та прийняті рішення щодо охорони праці.

Місця, де можливе перевищення гранично допустимих концентрацій шкідливих речовин у повітрі робочої зони, а саме під час влаштування гідроізоляції фундаменту гарячою мастикою, а також під час герметизації та закладення стиків;

Під час виконання герметизаційних робіт робітники були забезпечені спецодягом з брезенту та засобами індивідуального захисту.

Для герметизації стиків зовнішніх стінових панелей на фасадах будівлі використовували: під час монтажу поверхів — навісні майданчики, а після закінчення монтажних операцій — навісні люльки (ЛС-80-250, ЛЕ-100-300).

Відповідно до проєкту виконання робіт навісні майданчики та люльки встановлювалися на робоче місце після монтажу та закріплення панелей перекриття, а потім надійно закріплювали ці майданчики або люльки до монтажних петель панелей.

Місця, поблизу від незагороджених перепадів висоти 1,3 м. Монтаж першого поверху здійснюється за допомогою засобів підмоцнування та огорож. Встановлення кріплень, зварювання, розстропування, а також закладення стиків

виконують з котячих драбин та монтажних столів. При монтажі зовнішніх стін монтажники, перебуваючи біля краю перекриття, користуються запобіжними поясами, які прикріплюють до монтажних петель на перекриттях або натягнутому вздовж зовнішніх стін сталевому тросу. Також усі робітники, зайняті на будівельно-монтажних роботах, носять захисні каски для захисту голови від падіння будь-яких предметів з висоти. Далі, усі роботи з монтажу та з у залізобетонних конструкцій виконують зі змонтованих перекриттів, постійних сходових маршів і майданчиків, ліфтів.

Для безпеки людей, що знаходяться внизу зони монтажу, під час виконання робіт вантажопідйомними кранами над входами будівлі, що споруджується, влаштовують міцні навіси.

Забороняється виконувати монтажні роботи на висоті у відкритих місцях при швидкості вітру 15 м/с і більше, при ожеледиці, грозі або тумані, що унеможлиблюють видимість у межах фронту робіт. Роботи з переміщення та встановлення вертикальних панелей і подібних до них конструкцій з великою парусністю необхідно припиняти при швидкості вітру 10 м/с і більше. Під час переміщення елементів і конструкцій краном монтажник-стропальник супроводжує їх і стежить за тим, щоб під вантажем, що підіймається та переміщується, не перебували люди.

З метою запобігання падінню будівельних конструкцій та матеріалів, що переміщуються краном, було прийнято такі рішення:

Розроблено типові схеми стропування залізобетонних виробів. Для переміщення малогабаритних елементів використовуються спеціальні контейнери для загальнобудівельних матеріалів масою від 0,25 до 0,5 т;

На підставі потреби матеріалів на об'єкті, конструкціях і виробих, на будівельному майданчику влаштували тимчасові складські майданчики відкритого та закритого типу. Спосіб монтажу стінових панелей «з коліс», тому складські майданчики використовувалися лише під такі вироби, як фундаментні блоки, фундаментні подушки, сходові марші та майданчики. Блоки та подушки складалися пачками, а сходові марші та майданчики встановлювалися в

штабелі. Запас конструкцій здійснювався з розрахунку тривалості виконання робіт – 3 дні.

1.6 Заходи щодо забезпечення пожежної безпеки

1.6.1 Опис системи пожежної безпеки об'єкта капітального будівництва

У будівлі об'єкта передбачаються конструктивні, об'ємно-планувальні та інженерно-технічні рішення, що забезпечують у разі пожежі:

- можливість евакуації людей назовні до настання загрози їхньому життю та здоров'ю внаслідок впливу ОФП;
- можливість доступу особового складу пожежних підрозділів та подачі засобів пожежогасіння до осередку пожежі, а також проведення заходів з порятунку людей та матеріальних цінностей;
- непоширення пожежі на сусідні будівлі.
- У процесі будівництва забезпечується:
- пріоритетне виконання протипожежних заходів, передбачених проєктом та затверджених у встановленому порядку;
- дотримання вимог пожежної безпеки, передбачених ППБ 0103, пожежобезпечне проведення будівельних та монтажних робіт;
- наявність та справне утримання засобів боротьби з пожежею;
- можливість безпечної евакуації та рятування людей на об'єкті, що реконструюється.

Усі вимоги виконуються відповідно до чинних нормативно-технічних документів.

Пожежна безпека об'єкта забезпечується:

- системою запобігання пожежі;
- системою протипожежного захисту;
- організаційно-технічними заходами.

Запобігання пожежі досягається запобіганням утворенню в горючому середовищі джерел займання, максимально можливим застосуванням пожежобезпечних будівельних матеріалів.

Протипожежний захист об'єкта досягається:

- застосуванням ТСПЗ;
- застосуванням засобів пожежогасіння та відповідних видів пожежної техніки;
- застосуванням пристроїв, що забезпечують обмеження поширення ОФП;
- об'ємно-планувальними та технічними рішеннями;
- регламентацією вогнестійкості та пожежної небезпеки будівельних конструкцій та оздоблювальних матеріалів;
- проєктними рішеннями генерального плану щодо забезпечення пожежної безпеки.

1.6.2 Опис та обґрунтування прийнятих конструктивних та об'ємно-планувальних рішень, ступеня вогнестійкості та класу конструктивної пожежної небезпеки будівельних конструкцій

Протипожежні перекриття примикають до стін, виконаних з негорючих матеріалів, без зазорів. Вузли сполучення будівельних конструкцій передбачаються з межею вогнестійкості не менше межі вогнестійкості конструкцій, протипожежні перешкоди розсікають підвісні стелі.

Вікна в протипожежних перешкодах відсутні, а двері мають нормовану межу вогнестійкості та пристрої для самозакривання та ущільнення в притворах. Крім того, дверні прорізи у зазначених протипожежних перегородках відповідають нормативним вимогам щодо забезпечення необхідної вогнестійкості (тип заповнення прорізів не нижче 1-го). Передбачені до встановлення протипожежні двері, вікна, перегородки тощо конструкції мають відповідні пожежні сертифікати або протоколи випробувань.

При прокладанні трубопроводів, кабелів та проводів через огорожувальні конструкції (стіни, перекриття або їхні виходи назовні) з нормованими межами вогнестійкості та межами поширення вогню заповнення зазорів між трубопроводами, проводами, кабелями та трубою (коробом, отвором) передбачається легко видалюваною масою з негорючого матеріалу. В якості теплової ізоляції інженерних комунікацій передбачаються негорючі або важко горючі матеріали (що мають сертифікат або протокол випробувань). Будівельні конструкції, що застосовуються при будівництві, не сприяють прихованому поширенню горіння. Технічний поверх розділений протипожежною стіною 1 типу на відсіки площею менше 700 м². У кожному відсіку є два вікна 1,0 × 1,4 м з прямками та відокремлений безпосередній вихід назовні.

1.6.3 Опис та обґрунтування проєктних рішень щодо забезпечення безпеки людей у разі виникнення пожежі

Захист людей на шляхах евакуації забезпечується комплексом об'ємно-планувальних, ергономічних, конструктивних, інженерно-технічних рішень та організаційних заходів. Необхідний час евакуації людей повинен бути більшим за розрахунковий (фактичний) час евакуації людей.

$$t_{mp} > t_p \quad (1.1)$$

При виконанні цієї умови забезпечується безпечна евакуація людей з поверху, де сталася пожежа. Таким чином, сумарний час від початку евакуації людей до моменту виходу з будівлі (приміщення) останньої людини повинен бути меншим за t_u необхідного, тобто часу досягнення небезпечних факторів пожежі (НФП) своїх граничних значень.

1.6.4 Перелік заходів щодо забезпечення безпеки підрозділів пожежної охорони під час ліквідації пожежі

Гасіння можливої пожежі та проведення рятувальних робіт забезпечуються конструктивними, об'ємно-планувальними, інженерно-технічними рішеннями та організаційними заходами.

Для підйому на покрівлю передбачені пожежні сходи типу П1 з розрахунку не менше ніж один вихід на кожні повні та неповні 1000 м² площі покрівлі будівлі. Пожежні сходи виконуються з негорючих матеріалів, розташовуються не ближче 1 м від вікон і розраховані на їх використання пожежними підрозділами.

Між маршами сходів та між поручнями огорож сходових маршів передбачається зазор шириною в плані в світлі не менше 75 мм. До систем протипожежного водопостачання будівлі Об'єкта забезпечується постійний доступ для пожежних підрозділів та їхнього обладнання. Для орієнтування підрозділів протипожежної служби передбачаються покажчики типового зразка, об'ємні зі світильником або плоскі, виконані з використанням фотолюмінесцентних або світловідбивних матеріалів відповідно до вимог нормативно-правових актів. Покажчики розміщуються на висоті 2 – 2,5 м на опорах або кутах будівель.

1.6.5 Опис та обґрунтування протипожежного захисту (автоматичних установок пожежогасіння, пожежної сигналізації, оповіщення та управління евакуації людей під час пожежі, внутрішнього протипожежного водопроводу, протидимного захисту)

Система оповіщення та управління евакуацією людей передбачається відповідно до вимог і є системою оповіщення 2 типу, встановлюється на кожному поверсі.

Система оповіщення людей про пожежу та управління евакуацією — це комплекс організаційних заходів і технічних засобів, призначених для

своєчасного повідомлення людям інформації про виникнення пожежі та необхідність і шляхи евакуації людей. Управління евакуацією здійснюється ввімкненням світлових показчиків «Вихід», подачею звукових сигналів від командного імпульсу, що формується автоматичною установкою пожежної сигналізації, і має функціонувати протягом часу, необхідного для евакуації людей з будівлі. Передача сигналів на приймальну апаратуру здійснюється по сполучних лініях.

Кількість оповіщувачів, їх розміщення та потужність повинні забезпечувати необхідну чутність у всіх місцях постійного або тимчасового перебування людей.

Система вмикається в режим передачі сигналів оповіщення за командою від приймально-контрольного приладу пожежної сигналізації при тривожному спрацьовуванні.

1.7 Заходи щодо забезпечення доступу інвалідів

1.7.1 Перелік заходів щодо забезпечення доступу інвалідів до об'єктів, передбачених

При проектуванні об'єкта капітального будівництва для інвалідів та інших маломобільних груп населення передбачаються умови життєдіяльності, рівноцінні з іншими категоріями населення.

Проектні рішення забезпечують:

- досяжність місць цільового відвідування та безперешкодність; переміщення всередині будівлі;
- безпеку шляхів руху (у тому числі евакуаційних);
- своєчасне отримання МГН повноцінної та якісної інформації, що дозволяє орієнтуватися в просторі, отримувати послуги тощо;
- доступність до будівлі через входи, пристосовані для людей з обмеженими фізичними можливостями, з поверхні землі;
- на входах до будівлі передбачаються пандуси з нахилом 8% ;

- ширина проступів сходів 0,3 м, висота підйому сходинок 0,15 м, нахил сходів не більше 1: 2;
- посадочні майданчики ліфтів розташовані на рівні входу в будівлю;
- розміри кабіни ліфта більше 1.1 × 1.4 м;
- ширина дверних прорізів у кабінах ліфтів 900 мм;
- відстань від дверей приміщення, де можуть перебувати інваліди, що виходять у тупиковий коридор, до евакуаційного виходу не перевищує 15,0 м;
- ширина евакуаційних дверей з приміщень 900 мм
- у громадському санвузлі комплексу передбачається вбиральня з універсальною кабіною.

РОЗДІЛ 2

РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ

2.1 Вихідні дані

Об'єкт будівництва - будівля ферми для утримання великої рогатої худоби.

Місце будівництва — с. Нововасилівка.

Кліматичні умови будівництва:

- належить до I кліматичного району, ІВ підрайону;
- сніговий район — III.
- вага снігового покриву (нормативне значення) - 1,5 кПа
- вітровий район - III.
- вітрове навантаження (нормативне значення)—0,38 кПа.
- сейсмічність району - 6 балів.

Інженерно-геологічні умови майданчика прийняті за результатами інженерних вишукувань. В якості ґрунту-основи прийнято супісок пилюватий, темно-бурий, твердий з глибиною залягання шару від 2,0 м до 5,0 м.

2.2 Конструктивні рішення

Будівля одноповерхова, у плані має Т-подібну форму з розмірами в крайніх осях А-Д – 19,28 м, в осях 1-12 – 66,0 м.

Конструктивна схема будівлі – безкаркасна, з несучими поздовжніми та поперечними стінами. Переkritтя — багатопорожнисті залізобетонні плити, товщиною 220 мм. Дах будівлі — двосхилий, з дерев'яними кроквяними конструкціями, кут нахилу крокв — 23° .

2.3 Сума навантажень на несучі елементи будівлі

Коефіцієнти надійності за навантаженням γ_f для рівномірно розподілених навантажень слід приймати 1,3 при повному нормативному значенні менше 2,0

кПа (200 кг/м^2).. Коефіцієнт для конструкцій, що виконуються на будівельному майданчику, щільністю 1600 кг/м^3 і менше приймаємо рівним 1,3, для конструкцій щільністю 1800 кг/м^3 і вище приймаємо рівним 1,1.

Таблиця 2.1 - Сума навантажень

Вид навантаження	Нормативне навантаження	Коефіцієнт надійності	Розрахункове навантаження
Кроквяна система даху			
Постійні навантаження			
Покриття даху металочерепиця	$0,05 \text{ кН/м}^2$	1,05	$0,053 \text{ кН/м}^2$
Обрешітка $\gamma = 500 \text{ кг/м}$ $\frac{30,025 \times 0,1 \times 500}{0,4 \times \cos 23}$	$0,034 \text{ кН/м}^2$	1,1	$0,057 \text{ кН/м}^2$
Контробрешітка $50 \times 50 \text{ мм}$, $\gamma = 500 \text{ кг/м}^3$	$0,017 \text{ кН/м}^2$	1,1	$0,019 \text{ кН/м}^2$
Вітрозахисна плівка ($\rho = 10,0 \text{ кН/м}^3$; $\delta = 0,2 \text{ мм}$)	$0,02 \text{ кН/м}^2$	1,1	$0,022 \text{ кН/м}^2$
Крокви $50 \times 200 \text{ мм}$, $\gamma = 500 \text{ кг/м}^3$	$0,049 \text{ кН/м}^2$	1,1	$0,054 \text{ кН/м}^2$
Разом	$0,17 \text{ кН/м}^2$		$0,205 \text{ кН/м}^2$
Тимчасові навантаження			
Снігове навантаження (довготривале)	$1,313 \text{ кН/м}^2$	1,4	$1,838 \text{ кН/м}^2$

Обчислимо нормативне значення снігового навантаження на горизонтальну проекцію покрівлі:

$$S_o = 0,7 \cdot c_e \cdot c_t \cdot \mu \cdot S_g = 0,7 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,75 \cdot 1,5 = 0,788 \text{ кН/м}^2$$

$$S_o = 0,7 \cdot c_e \cdot c_t \cdot \mu \cdot S_g = 0,7 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,25 \cdot 1,5 = 1,313 \text{ кН/м}^2$$

Для будівель з двосхилими покрівлями коефіцієнти визначається за рисунком 2.1:

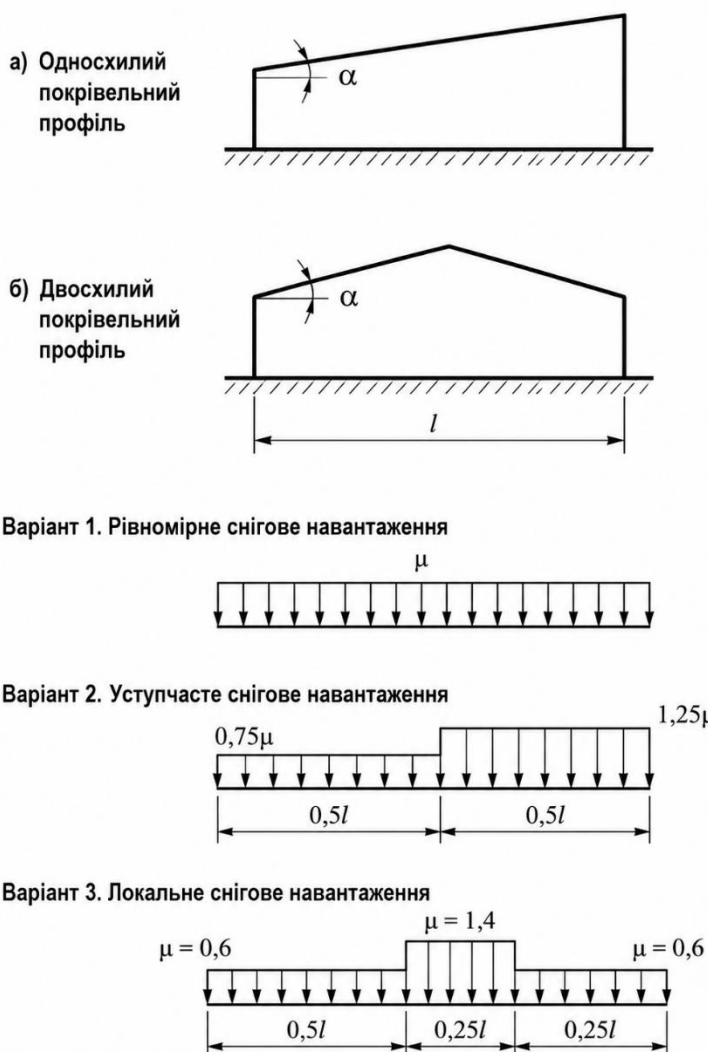


Рисунок 2.1 – Коефіцієнт μ для будівель з односхилим і двосхилим дахом

При ухилі покрівлі $\alpha \leq 30^\circ$, $\mu = 1$.

Обчислимо розрахункові навантаження, що припадають на 1 м.п. горизонтальної проекції кроквяної ноги при кроці крокв 0,8м :

$$q_c = 2,043 \times 0,8 = 1,63 \text{ кН/м};$$

2.4 Розрахунок кроквяного даху

Конструктивне рішення кроквяного даху приймаємо за малюнком 2.2. Бруски обрешітки ОД-1 розміщені по контробрешітці ОД-2 з кроком 0,4 м. Кроквяні ноги нижніми кінцями спираються на мауерлат М1, укладений по внутрішньому обрізу зовнішніх стін, а верхніми – на коньковий прогін П1. Для

зменшення навантажень на кроквяні ноги використовуються підкоси Пс1. Відстань між осями кроквяних ніг приймаємо 0,8 м.

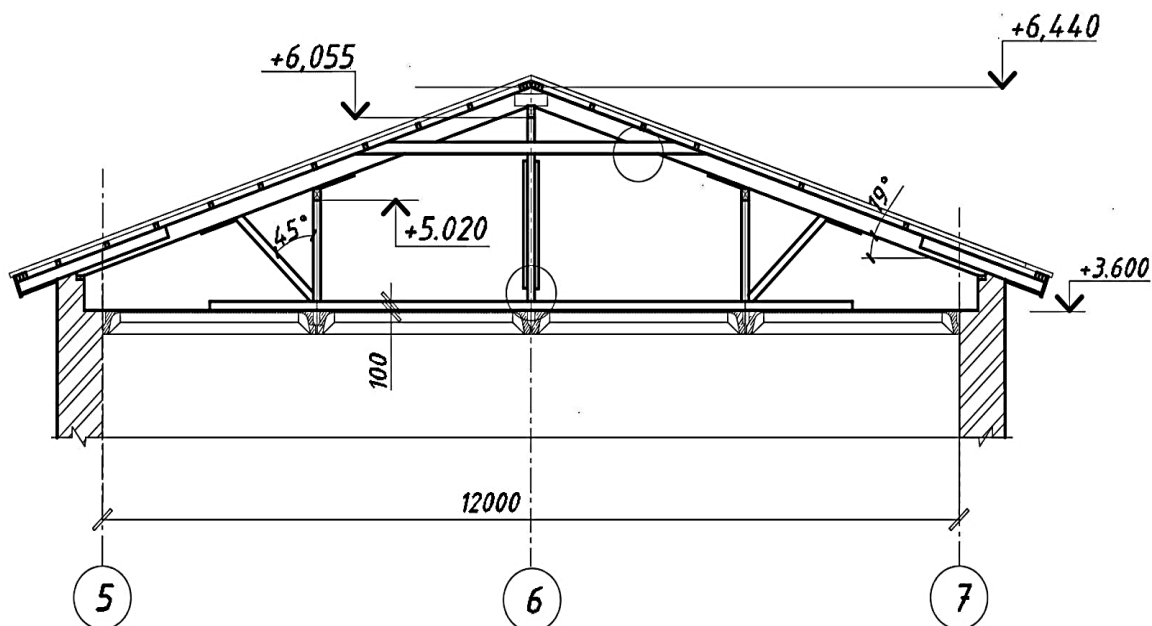


Рисунок 2.2 - Конструктивне рішення кроквяного даху

2.4.1 Розрахунок кроквяної ноги

Кроквяну ногу розглядаємо як двопролітну шарнірно-оперту балку. Перетин крокв приймаємо 200×50 мм, вологість деревини (10 ± 2) %. Збір навантажень наведено в таблиці 2.1.

Розрахункові характеристики матеріалів для дошки сорту I та II з деревини сосни наведено в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 - Розрахункові характеристики матеріалів

Найменування	Розрахункове навантаження, МПа
Розрахунковий опір розтягуванню вздовж волокон R_p	$R_p = 10$
Розрахунковий опір стиску вздовж волокон R_c	$R_c = 14$
Розрахунковий опір відколюванню вздовж волокон $R_{ск}$	$R_{ск} 1,8$
Модуль пружності вздовж волокон E	$E = 10000$
Модуль пружності поперек волокон E_{90}	$E_{90} = 400$

Розрахункова схема кроквяної ноги наведена на рисунку 2.3.

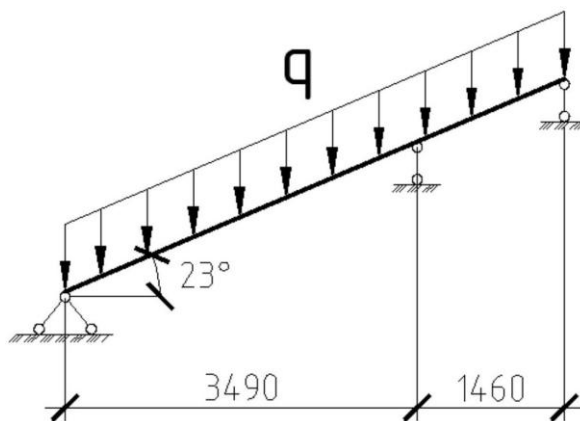


Рисунок 2.3 - Розрахункова схема крівляної ноги

Розрахунок проводимо в постпроцесорі ПК «SCAD office» 24.1.1.1 «Декор».
Перетин крівляної ноги 50х200(h) .

Порода деревини - Сосна. Сорт деревини - 2. Щільність деревини 0,5т/м³ .
Нахил покрівлі 23 град.

Таблиця 2.3 - Коефіцієнти умов роботи крівляної ноги

Коефіцієнти умов роботи	
Коефіцієнт умов роботи на температурно-вологісний режим експлуатації m_B	1
Врахування впливу температурних умов експлуатації m_T	1
Врахування впливу тривалості навантаження m_d	0,8
Коефіцієнт умов роботи при впливі короточасних навантажень m_H	1,2
Коефіцієнт, що враховує для клеєної деревини товщину склеюваних дощок $m_{скл}$	1
Коефіцієнт, що враховує вплив просочення захисними складами m_a	1

Розрахунок крокв виконано з використанням програмного комплексу «SCAD Office» і представлено в таблицях 2.4, 2.5.

Таблиця 2.4 - Опорні реакції

	Опорні реакції					
	Сила в опорі 1		Сила в опорі 2		Сила в опорі 3	
	Гор.	Вер.	Гор.	Вер.	Гор.	Вер.
	кН	кН	кН	кН	кН	кН
$N_{\max}$	10,096	5,823	0	8,703	-10,096	5 823
$N_{\min}$	10 096	5 823	0	8,703	-10,096	5 823
$M_{\max}$	10 096	5 823	0	8,703	-10,096	5 823
$M_{\min}$	10 096	5 823	0	8,703	-10,096	5 823
$Q_{\max}$	10 096	5 823	0	8,703	-10,096	5 823
$Q_{\min}$	10 096	5 823	0	8,703	-10,096	5,823

Таблиця 2.5 - Результати розрахунку крокви, перерізом 50 x 200 мм

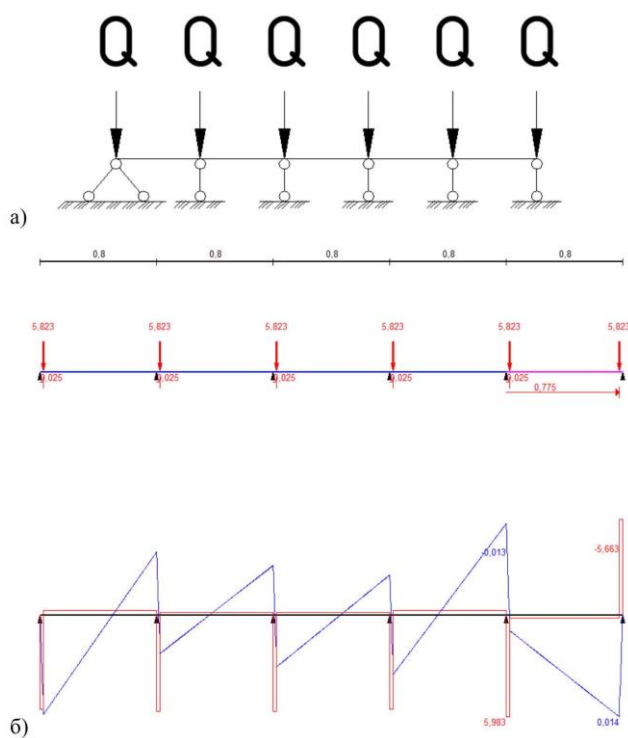
Перевірка	Коефіцієнт використання
Міцність елемента типу 1 під дією стискаючої поздовжньої сили	0,092
Стійкість елемента типу 1 у площині крокв під дією поздовжньої сили	0,093
Стійкість елемента типу 1 з площини крокв під дією поздовжньої сили	0,098
Міцність елемента типу 1 під дією згинального моменту M_y	0,372
Міцність елемента типу 1 при спільній дії поздовжньої сили та згинального моменту M_z	0,092
Міцність елемента типу 1 при спільній дії поздовжньої сили та згинального моменту M_y	0,482
Міцність елемента типу 1 при дії поперечної сили Q_z	0,258
Стійкість елемента типу 1 плоскої форми деформації	0,166
Міцність елемента типу 2 під дією стискаючої поздовжньої сили	0,06
Стійкість елемента типу 2 у площині крокв під дією поздовжньої сили	0,06
Стійкість елемента типу 2 з площини крокв під дією поздовжньої сили	0,064
Міцність елемента типу 2 під дією згинального моменту M_y	0,372
Міцність елемента типу 2 при спільній дії поздовжньої сили та згинального моменту M_z	0,055
Міцність елемента типу 2 при спільній дії поздовжньої сили та згинального моменту M_y	0,456
Міцність елемента типу 2 при дії поперечної сили Q_z	0,188
Стійкість елемента типу 2 плоскої форми деформації	0,144
Міцність елемента типу 3 під дією стискаючої поздовжньої сили	0,027
Стійкість елемента типу 3 у площині крокв під дією поздовжньої сили	0,027
Стійкість елемента типу 3 з площини крокв під дією поздовжньої сили	0,028
Міцність елемента типу 4 під дією стискаючої поздовжньої сили	0,01
Стійкість елемента типу 4 у площині крокв під дією поздовжньої сили	0,01
Стійкість елемента типу 4 з площини крокв під дією поздовжньої сили	0,01

Таким чином, усі умови міцності за першим і другим граничним станом виконуються, тому остаточно приймаємо крокви з дошки прямокутного перерізу з

наступними геометричними характеристиками: довжина балки $l = 5500$ м;
ширина перерізу балки $b = 50$ мм; висота перерізу балки $h = 200$ мм.

2.4.2 Розрахунок прогону

Прогін розглядаємо як багатопрогонову шарнірно-оперту балку. Довжина прогону 4 м з опорою на стійки через 0,8 м . Розрахункове зосереджене навантаження від прогону дорівнює реакції в опорі 3 кроквяної ноги $Q = 5,823 \text{ кН}$. Розрахункова схема прогону представлена на рисунку 2.4.



а) схема прогону; б) схема прогону з SCAD.

Рисунок 2.4 – Розрахункова схема

Розрахунок проводимо в постпроцесорі ПК «SCAD office» 24.1.1.1 «Декор».

Перетин прогону 0.5 т/м^3 . Порода деревини — сосна. Сорт деревини — 2.

Результати розрахунку наведені в таблицях 2.6, 2.7, на малюнках 2.5-2.8.

Коефіцієнт надійності за відповідальністю $\gamma_n = 0,8$. Нахил покрівлі 23 град. Крок кріплення в площині покрівлі 0,8 м.

Таблиця 2.6 - Коефіцієнти умов роботи прогону

Коефіцієнти умов експлуатації	
Коефіцієнт умов роботи для температурно-вологісного режиму експлуатації m_B	1
Врахування впливу температурних умов експлуатації m_T	1
Врахування впливу тривалості навантаження m_d	0,8
Коефіцієнт умов роботи при впливі короточасних навантажень m_H	1,2
Коефіцієнт, що враховує вплив просочення захисними складами m_a	1

Таблиця 2.7 - Опорні реакції в прогоні

	Опорні реакції					
	Сила в опорі 1	Сила в опорі 2	Сила в опорі 3	Сила в опорі 4	Сила в опорі 5	Сила в опорі 6
	кН	кН	кН	кН	кН	кН
за критерієм M_{max}	4,672	5,476	5,264	5,185	5,714	4 778
за критерієм M_{min}	4 672	5,476	5 264	5 185	5,714	4 778
за критерієм Q_{max}	4 672	5,476	5 264	5 185	5,714	4 778
за критерієм Q_{min}	4 672	5,476	5 264	5 185	5,714	4,778

Коефіцієнт використання 0,032 - Міцність при спільній дії M_y та M_z .
Максимальний прогин—2,29е—005 м. Прийнятий переріз прогону 100x150(h)
задовольняє всім умовам розрахунку.

Таблиця 2.8 - Результати розрахунку прогону

Перевірка	Коефіцієнт використання
Міцність елемента під дією згинального моменту M_y	0,017
Міцність елемента під дією згинального моменту M_z	0,015
Міцність при спільній дії M_y і M_z	0,032
Міцність під дією поперечної сили Q_z	0,232
Міцність при дії поперечної сили Q_y	0,197
Прогин	0,003

2.4.3 Розрахунок стійки Ст-1

Довжина стійки 1,9 м. Навантаження на стійку дорівнює максимальній опорній реакції в прогоні $N = 5,714 \text{ кН}$. Розрахунок проводимо в постпроцесорі ПК «SCAD office» 11.5.1.1 «Декор». Перетин стійки $100 \times 100 \text{ (h)}$. Висота стійки 1,9 м. Порода деревини - Сосна. Сорт деревини - 2. Щільність деревини $0,5 \text{ т/м}^3$. Результати розрахунку представлені в таблицях 2.9–2.11. Коефіцієнт надійності за відповідальністю $\gamma_n = 0.8$.

Таблиця 2.9 - Коефіцієнти умов роботи для стійки

Коефіцієнти умов роботи	
Коефіцієнт умов роботи на температурно-вологісний режим експлуатації m_B	1
Врахування впливу температурних умов експлуатації m_T	1
Врахування впливу тривалості навантаження m_d	0,8
Коефіцієнт умов роботи при впливі короточасних навантажень m_H	1,2
Коефіцієнт, що враховує для клеєної деревини товщину склеюваних дощок m_{cl}	1
Коефіцієнт, що враховує вплив просочення захисними складами m_a	1

Гранична гнучкість розтягнутих елементів - 120. Гранична гнучкість стиснутих елементів - 120. Висота стійки 1,9 м. Коефіцієнт розрахункової довжини в площині X_0Y – 1. Коефіцієнт розрахункової довжини в площині X_0Z – 1.

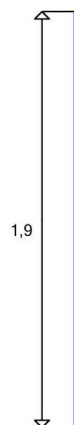


Рисунок 2.5 - Конструктивне рішення стійки

Таблиця 2.10 - Значення навантажень на стійку

Тип: постійне Враховано власну вагу Коефіцієнт включення власної ваги: 1,1	
N	0,57 т
M_{y1}	0 т/ м
Q_{z1}	0 т
M_{y2}	0 т/ м
Q_{z2}	0 т
q_z	0 т/м

Таблиця 2.11 - Результати розрахунку стійки в програмі «Декор»

Перевірка	Коефіцієнт використання
Гнучкість елемента в площині XOY	0,548
Гнучкість елемента в площині XOZ	0,366
Міцність елемента під дією стискаючої поздовжньої сили	0,025
Стійкість у площині XOZ під дією поздовжньої сили	0,029
Стійкість у площині XOY під дією поздовжньої сили	0,038

Коефіцієнт використання 0,548 - Гнучкість елемента в площині ХоУ.
Прийнятий переріз стійки 100x150(h) задовольняє всім умовам розрахунку.

2.4.4 Розрахунок підкосу

Вертикальна складова реактивного зусилля на третій опорі кроквяної ноги розкладається на зусилля N , що стискає підкос, і зусилля N_b , спрямоване вздовж кроквяної ноги. Схема розрахунку підкосу представлена на рисунку 2.6.

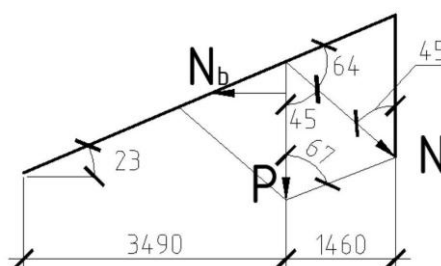


Рисунок 2.6 - Схема розрахунку підкосу

Використовуючи рівняння синусів, знайдемо зусилля в підкосі N:

$$\frac{P}{\sin 64} = \frac{N}{\sin 67} = \frac{N_b}{\sin 45} \quad (2.4)$$

Звідки,

$$N = \frac{\sin 67}{\sin 64} P = \frac{0,921}{0,899} 8,703 = 8,916 \text{ кН}. \quad (2.5)$$

Розрахунок проводимо в постпроцесорі ПК «SCAD office» 24.1.1.1 «Декор». Перетин підкосу 100 x 150. Висота стійки 1,94 м. Порода деревини — сосна. Сорт деревини — 2. Щільність деревини 0,5 т/м³. Результати розрахунку представлені в таблицях 2.12–2.14. Розрахунок виконано за. Коефіцієнт надійності за відповідальністю $\gamma_n = 0,8$.

Таблиця 2.12 - Коефіцієнти умов роботи для підкосу

Коефіцієнти умов роботи	
Коефіцієнт умов роботи на температурно-вологісний режим експлуатації m_B	1
Врахування впливу температурних умов експлуатації m_T	1
Врахування впливу тривалості навантаження m_D	0,8
Коефіцієнт умов роботи при впливі короточасних навантажень m_H	1,2
Коефіцієнт, що враховує для клеєної деревини товщину склеюваних дощок m_{cl}	1
Коефіцієнт, що враховує вплив просочення захисними складами m_a	1

Порода деревини – Сосна. Сорт деревини – 2. Щільність деревини 0,5 т/м³

Гранична гнучкість розтягнутих елементів – 120. Гранична гнучкість стиснутих елементів – 120. Висота стійки 1,94 м.

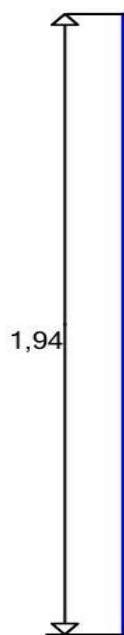


Рисунок 2.7 - Конструктивне рішення підкосу

Таблиця 2.13 - Результати розрахунку підкосу

Перевірка	Коефіцієнт використання
Гнучкість елемента в площині ХоУ	0,56
Гнучкість елемента в площині ХоZ	0,373
Міцність елемента під дією стискаючої поздовжньої сили	0,038
Стійкість у площині ХОZ під дією поздовжньої сили	0,045
Стійкість у площині ХОУ під дією поздовжньої сили	0,059

Коефіцієнт використання 0,56 - Гнучкість елемента в площині ХоУ .
 Прийнятий переріз підкосу 100 x 150 задовольняє всім умовам розрахунку.

2.4.5 Розрахунок вузлів

Перевіримо напруження зминання в місці з'єднання підкосу з кроквяною ногою за формулою:

$$\sigma = \frac{N}{F_{zM}} < R_{zM\alpha} \quad (2.6)$$

де N — зусилля стиснення підкосу, $N = 8,9$ кН;

з F_{zm} - розрахункова площа зминання;

$R_{zm\alpha}$ - розрахунковий опір деревини зминання під кутом α до напрямку волокон, МПа.

Розрахунковий опір деревини зминання під кутом α до напрямку волокон, $R_{сма}$, визначаємо за формулами

$$R_{zm\alpha} = \frac{R_{zm}}{1 + \left(\frac{R_{zm}}{R_{zm90}} - 1 \right) \cdot \sin^3 \alpha} \quad (2.7)$$

$$R_{zm90} = R_{с90} \cdot \left(1 + \frac{8}{l_{zm} + 1,2} \right) \quad (2.8)$$

де R_{zm90} - розрахунковий опір деревини місцевому зминання поперек волокон, МПа;

R_{zm} - розрахунковий опір деревини місцевому зминання вздовж волокон, $R_{zm} = 13 \text{ МПа}$;

$R_{с90}$ - розрахунковий опір деревини стисненню і зминання по всій поверхні поперек волокон, $R_{с90} = 1,8 \text{ МПа}$;

l_{zm} - довжина ділянки зминання вздовж волокон деревини, м

Довжину ділянки зминання вздовж волокон деревини L_{zm} , см, визначаємо за формулою:

$$L_{zm} = h / \cos \alpha \quad (2.9)$$

де h - висота поперечного перерізу підкосу, $h = 0,15 \text{ м}$; α — кут зминання.

Розрахункову площу зминання знаходимо за формулою:

$$F_{zm} = F / \cos \alpha \quad (2.10)$$

де F - площа поперечного перерізу підкосу;

α - те саме, що й у формулі 2.9

Приймаємо $\alpha = 64^\circ$.

Підставляємо значення у формулу (2.9):

$$L_{zm} = 0,15 / \cos(64) = 0,342 \text{ м.}$$

Підставляємо значення у формулу (2.8), отримуємо:

$$R_{zm90} = 1,8 \cdot \left(1 + \frac{8}{0,342 + 1,2} \right) = 11,14 \text{ МПа}$$

Підставляємо значення у формулу (2.7), отримуємо:

$$R_{cm64} = \frac{13}{1 + \left(\frac{13}{11,14} - 1 \right) \cdot 0,899^3} = 11,59 \text{ МПа.}$$

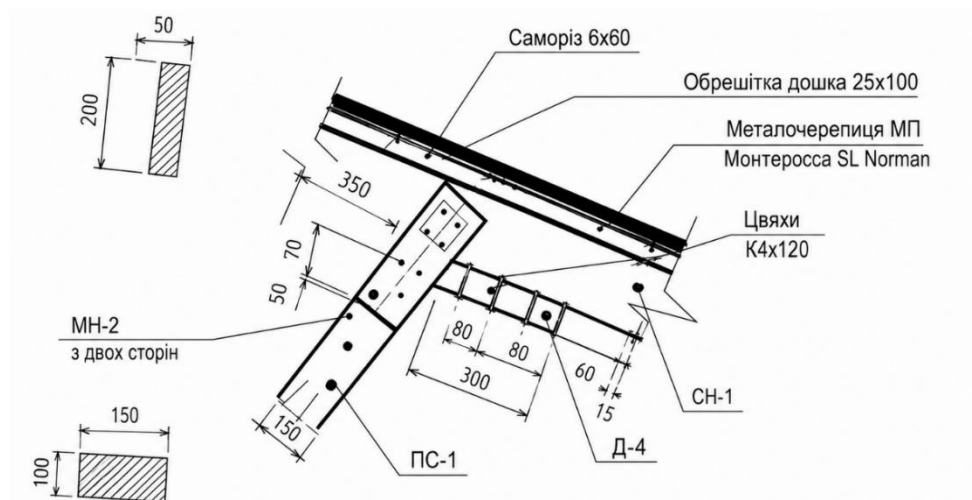
Підставляємо значення у формулу (2.10), отримуємо:

$$F_{cm} = \frac{0,1 \cdot 0,15}{\cos 64} = 0,034 \text{ м}^2$$

Підставляємо результати значень у формулу (2.6) і отримуємо:

$$\sigma = \frac{8,9}{0,034} = 0,3026 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2} < 11,59 \text{ МПа} = 11590 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2}.$$

Умова виконується, розрахунок виконано правильно. Це зусилля діє під кутом 90° до напрямку волокон деревини прогону. Положення розкосу відносно кроквяної ноги фіксуємо сталевими 35 накладками, що прикріплюються до розкосу саморізами 6×40 . Вузол представлено на рисунку 2.8.



МН-2 — металевий нагель (діаметр 12 мм), з двох сторін; PS-1 — стійка (брус 150x150); Д-4 — додатковий елемент (дошка 50x150); CH-1 — кроквяна нога; ОД — обрешітка дошка 25x100.

Рисунок 2.8 - Вузол кріплення підкосу до кроквяної ноги

Коньковий вузол виконаний торцевим упором кроквяних ніг з перекриттям стику двома металевими накладками на саморізах. Коньковий вузол представлений на рисунку 2.9.

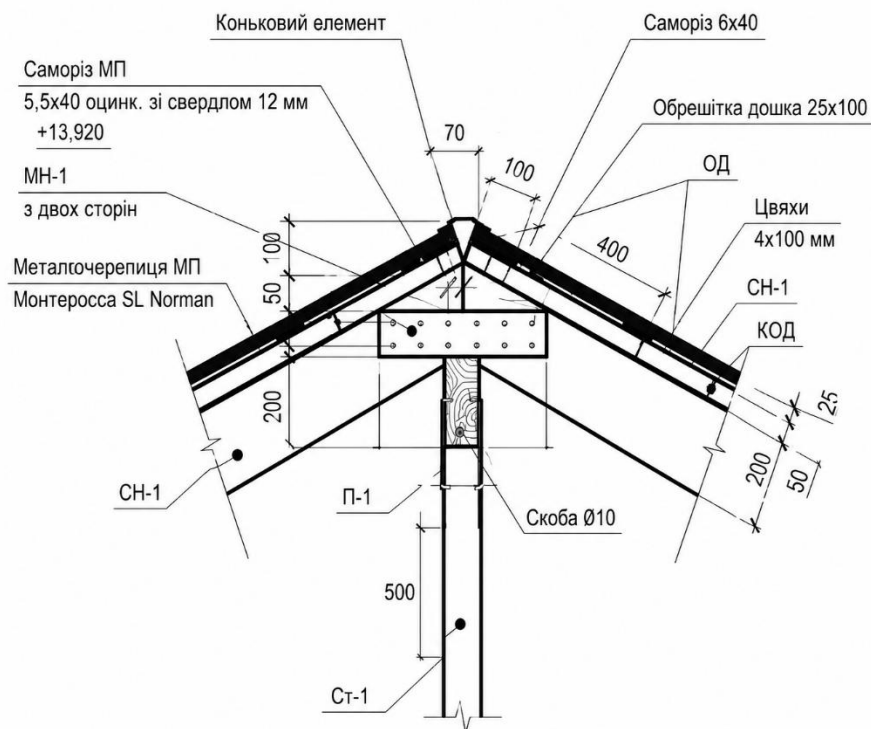


Рисунок 2.9 - Коньковий вузол

Перевірку торцевих перерізів кроквяних ніг проводимо на зминання вздовж волокон деревини при розрахунковому опорі $R_{зм}$. Кут зминання $\alpha = 23^\circ$. Довжину ділянки зминання вздовж волокон деревини $L_{см}$, см, визначаємо за формулою (2.9):

$$L_{см} = 0,15 / \cos 23 = 0,16 \text{ м.}$$

Розрахункову площу зминання знаходимо за формулою (2.10):

$$F_{см} = \frac{0,1 \cdot 0,15}{\cos 23} = 0,016 \text{ м}^2.$$

Розрахунковий опір деревини зминання під кутом 90° до напрямку волокон визначаємо за формулою (2.8):

$$R_{зм90} = 1,8 \cdot \left(1 + \frac{8}{0,16 + 1,2} \right) = 12,39 \text{ МПа.}$$

Підставляємо значення у формулу (2.7), отримуємо:

$$R_{зм23} = \frac{13}{1 + \left(\frac{13}{12,39} - 1 \right) \cdot 0,391^3} = 12,96 \text{ МПа.}$$

Зусилля в кроквяній нозі N , кг, визначаємо за формулою:

$$N = q \cdot l_3 / \cos \alpha \quad (2.11)$$

Де q - розподілене навантаження на кроквяну ногу, $q = 2,043$ до Н/м; l_2 - довжина другого прольоту кроквяної ноги, $l_3 = 3,91$ м.

Визначимо зусилля в кроквяній нозі за формулою (2.11)

$$N = 2,043 \cdot 3,91 / \cos 23 = 8,68 \text{ кН}$$

Перевіримо напруження зминання в місці з'єднання кроквяних ніг за формулою (2.6):

$$\sigma = \frac{8,68}{0,016} = 0,542,5 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2} < 11,59 \text{ Мпа} = 11590 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2}.$$

Умова виконується, розрахунок виконано правильно.

Приймаємо розміри поперечного перерізу кобилки 50×125 мм. Кріплення кобилки до балки здійснюємо сталевими циліндричними нагелями діаметром 10 мм. Розрахункова схема кобилки представлена на рисунку 2.10.

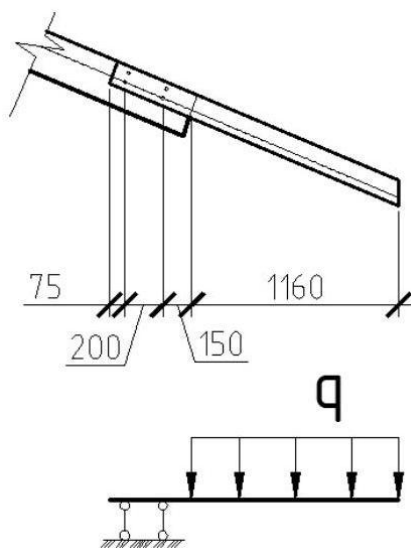


Рисунок 2.10 - Розрахункова схема кобилки

Розрахункова несуча здатність T на один шов спалювання на зминання в більш товстих середніх елементах T_a , на зминання в більш тонких елементах однозрізних з'єднань і в крайніх елементах T_c , і на вигин нагеля T_H визначається за формулами:

$$T_a = 0,35cd \quad (2.12)$$

$$T_a = k_n \cdot a \cdot d \quad (2.13)$$

$$T_H = 1,8d^2 + 0,02a^2 \quad (2.14)$$

де a — товщина крайнього елемента, $a = 5$ см ;

c - товщина більш товстих елементів однозрізних з'єднань, $c = 10$ см ;

d - діаметр нагеля, $d = 1$ см ;

k_n - коефіцієнт для визначення несучої розрахункової здатності при зминанні, $при a/c = 0,5 k_n = 0,58$.

Підставляємо значення у формули (2.12-2.14), отримуємо:

$$T_a = 0,35 \cdot 10 \cdot 1,2 = 4,2 \text{ кН};$$

$$T_a = 0,58 \cdot 5 \cdot 1,2 = 3,48 \text{ кН};$$

$$T_H = 1,8 \cdot 1,2^2 + 0,02 \cdot 5^2 = 3,09 \text{ кН}.$$

Для подальшого розрахунку приймаємо $T_{\min} = T_H = 3,09 \text{ кН}$.

Розрахункове зусилля найбільше в опорі $2R_2 = 5,76 \text{ кН}$.

Кількість нагелів у з'єднанні визначимо за формулою:

$$n_H = N/T \cdot n_W \quad (2.15)$$

де N — розрахункове зусилля, $N = 5,76 \text{ кН}$;

T - найменша несуча розрахункова здатність, $T = 3,09 \text{ кН}$;

$n_{ш}$ - кількість розрахункових швів одного нагеля, $n_{ш} = 1$.

Знаходимо кількість нагелів за формулою (2.15):

$$n_H = 5,76/3,09 \cdot 1 = 1,86 \approx 2 \text{ шт}$$

Перевіряємо переріз кобилки на міцність за формулою:

$$\sigma = M/W \leq R_3 \quad (2.16)$$

де M - максимальний згинальний момент, $M = 1,572 \text{ кН} \cdot \text{м}$;

W - момент опору поперечного перерізу елемента;

R_3 - розрахунковий опір деревини згину вздовж волокон, $R_3 = 13 \text{ МПа}$.

Момент опору поперечного перерізу визначається за формулою:

$$W = b \cdot h^2/6 \quad (2.17)$$

де b - ширина поперечного перерізу кобилки, $b = 0,05 \text{ м}$;

h - висота поперечного перерізу кобилки, $h = 0,125 \text{ м}$.

За формулою (2.17) знаходимо момент опору поперечного перерізу:

$$W = 0,05 \cdot 0,125^2/6 = 0,00013 \text{ м}^3;$$

Перевіряємо міцність кобилки за формулою (2.16):

$$\sigma = 1,572/0,00013 = 12,09 \cdot 10^{-3} \text{ кН/м}^2 < 13 \text{ МПа} = 13000 \text{ кН/м}^2.$$

Умова виконана. Міцність кобилки забезпечена.

РОЗДІЛ 3

ОСНОВИ ТА ФУНДАМЕНТИ

3.1 Вихідні дані

Інженерно-геологічний розріз представлений на рисунку 3.1.

Величини навантажень на обрізі ростверків при найбільш несприятливих комбінаціях взяті з розрахунково-конструктивного розділу.

Максимальні зусилля в середній колоні по осі 3. Приймаємо для розрахунків зусилля $N = 243,45 \text{ кН}$; $M = 38,49 \text{ кН} \cdot \text{м}$; $Q = 21,81 \text{ кН}$. Фізико-механічні характеристики ґрунтів наведені в таблиці 3.1.

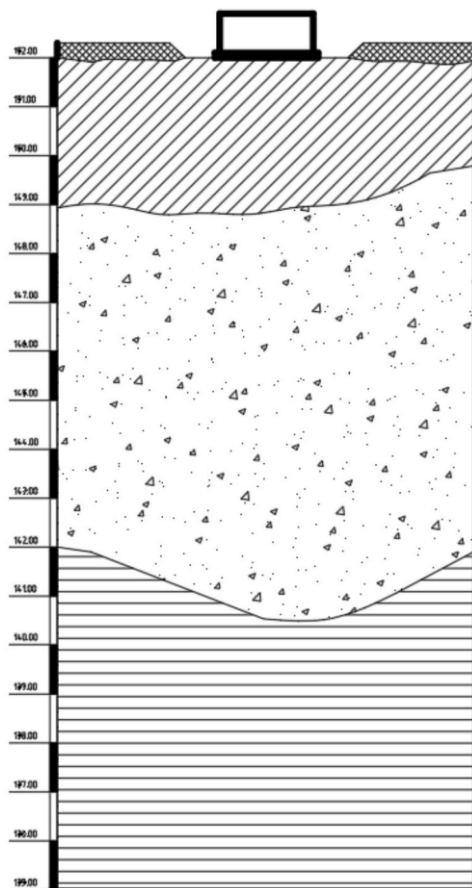


Рисунок 3.1 - Інженерно-геологічний розріз

Таблиця 3.1 - Фізико-механічні характеристики ґрунту

№	Повне найменування ґрунту	Товщ., м	W	ρ , т/м ³	ρ_s , т/м ³	ρ_d , т/м ³	e	S_r	W_p	W_L	γ , кН/м ³	I_L	C, кПа	φ	E, МПа	R_o , кПа
1	Ґрунторослинний	0,2	-	1,5	-	-	-	-	-	-	15	-	-	-	-	-
2	Твердий супісок, що не осідає	3,0	0,1	1,7	2,7	1,55	0,74	0,36	0,22	0,3	17	-1,5	13,2	24,3	10,6	243,3
3	Галечник із супіщаним заповнювачем	7,0	-	1,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Характеристики в таблиці 3.1 обчислені за такими формулами:

$$\rho_d = \frac{\rho}{1 + W}; e = \frac{\rho_s - \rho_d}{\rho_d}; S_r = \frac{W \cdot \rho_s}{e \cdot \rho_w}; I_L = \frac{W - W_p}{W_L - W_p}; \gamma = 10 \cdot \rho$$

W - вологість; W_L - вологість на межі плинності; W_p - вологість на межі розкочування; ρ - щільність ґрунту; ρ_s - щільність твердих частинок ґрунту; ρ_d - щільність сухого скелета ґрунту; e - коефіцієнт пористості; S_r - ступінь водонасичення; I_L - показник плинності; c - питоме зчеплення; E - модуль деформації; γ - питома вага ґрунту.

3.2 Проектування фундаменту неглибокого закладення

3.2.1 Вибір глибини закладення фундаменту

Супіщаний ґрунт є практично непучистим (оскільки в ґрунтових умовах не спостерігається наявності ґрунтових вод).

Приймаємо відмітку підшви фундаменту - 1,43 м, враховуючи, що висота фундаменту повинна бути кратною 0,3 м, а верхній обріз фундаменту знаходиться на відмітці -0,230 м. Глибина закладення фундаменту складе

$$d = 1,2 \text{ м.}$$

3.2.2 Визначення попередніх розмірів фундаменту та розрахункового опору

Знаходимо площу підшви фундаменту:

$$A = \frac{\sum N_{II}}{R_0 - \gamma_{сер} \cdot d} = \frac{N_{max}}{R_0 - \gamma_{сер} \cdot d} = \frac{243,45/1,15}{243,33 - 20 \cdot 1,2} = 0,97.^2$$

де $\gamma_{сер} = 20 \text{ кН/м}^3$ — усереднена питома вага фундаменту та ґрунту на його обрізах.

Приймаємо в першому наближенні $b = 1,5 \text{ м}$ - ширина фундаменту; $l = 1,5 \text{ м}$ - довжина фундаменту.

$$l/b = 1,5/1,5 = 1 \text{ м} < 1,65 \text{ м}, A = 2,25 \text{ м}^2.$$

Де γ_{c1} і γ_{c2} - коефіцієнт умов роботи; $\gamma_{c1} = 1,25$; $\gamma_{c2} = 1,1$;

k - коефіцієнт, прийнятий рівним 1,1, якщо прийняті табличні значення;

M_γ, M_g, M_c - коефіцієнти, що залежать від φ , $M_\gamma = 0,738$; $M_g = 3,942$; $M_c = 6,516$;

k_z - коефіцієнт, що приймається рівним 1 при $b < 10 \text{ м}$;

$b = 1,5 \text{ м}$ - ширина підшви фундаменту;

$\gamma_{II} = 17 \text{ кН/м}^3$; γ'_{II} - усереднене розрахункове значення питомої ваги ґрунтів, що залягають нижче підшви фундаменту, кН/м^3 визначається за формулою $\gamma' = \frac{(15 \cdot 0,2) + (17 \cdot 1)}{1,2} = 16,67 \text{ кН/м}^3$;

c_{II} - розрахункове значення питомого зчеплення ґрунту, що залягає безпосередньо під підшвою фундаменту $c_{II} = 13,2 \text{ кПа}$;

$d = 1,2 \text{ м}$ - глибина закладення фундаменту.

$$R = \frac{1,25 \cdot 1,1}{1,1} \cdot (0,738 \cdot 1 \cdot 1,5 \cdot 17 + 3,942 \cdot 1,2 \cdot 16,67 + 6,516 \cdot 13,2) = 229,61 \text{ кПа}$$

Оскільки розрахунковий опір $229,61 \text{ кПа}$ незначно відрізняється від попередньо прийнятого $R_0 = 243,3 \text{ кПа}$ (у межах 10%), то залишаємо розрахунковий опір $R_0 = 243,3 \text{ кПа}$.

Приймаємо розміри підшви фундаменту $b = 1,5 \text{ м}, l = 1,5 \text{ м}$ з розрахунковою площею $A = 2,25 \text{ м}^2$.

Момент опору фундаменту дорівнює $W = \frac{b \cdot l^2}{6} = \frac{1,5 \cdot 1,5^2}{6} = 0,56 \text{ м}^3$.

3.2.3 Приведення навантажень до основи фундаменту

$$\begin{aligned} N' &= \frac{N}{1,15} + G_\phi = \frac{243,45}{1,15} + 1,2 \cdot 1,5 \cdot 1,5 \cdot 20 = 265,7 \text{ кН} \\ M' &= \frac{M}{1,15} + \frac{Q}{1,15} \cdot d = \frac{38,49}{1,15} + \frac{21,81}{1,15} \cdot 1,2 = 56,23 \text{ кН} \cdot \text{м} \\ Q' &= \frac{Q}{1,15} = \frac{21,81}{1,15} = 18,97 \text{ кН} \end{aligned}$$

3.2.4 Визначення тисків під підшвою фундаменту

Основними критеріями розрахунку основи фундаменту неглибокого закладення за деформаціями є умови:

$$\begin{aligned} p_{\text{ср}} &\leq R; & p_{\text{max}} &= \frac{N'}{A} + \frac{M'}{W} \\ p_{\text{max}} &\leq 1,2 \cdot R; & \text{де} & \\ p_{\text{min}} &\geq 0 & p_{\text{min}} &= \frac{N'}{A} - \frac{M'}{W} \\ p_{\text{ср}} &= \frac{N'}{A} = \frac{265,7}{2,25} = 118,09 \text{ кН/м}^2 < 243,3 \text{ кН/м}^2; \\ p_{\text{max}} &= \frac{265,7}{2,25} + \frac{56,23}{0,56} = 218,5 \text{ кН/м}^2 < 1,2 \cdot 243,3 = 291,96 \text{ кН/м}^2; \\ p_{\text{min}} &= \frac{265,7}{2,25} - \frac{56,23}{0,56} = 17,68 \text{ кН/м}^2 > 0. \end{aligned}$$

Умови виконуються. Розміри фундаменту 1500×1500 .

3.2.5 Конструювання та розрахунок стовпчастого фундаменту

Параметри фундаменту $b = 1,5 \text{ м}, l = 1,5 \text{ м}$; металева колона І 35К2.

Приймаємо переріз підколонника: $b_{ef} \cdot l_{ef} = 900 \times 900 \text{ мм}$.

Висота фундаменту $h = 1,2 \text{ м}$.

Призначаємо кількість і розмір сходинок.

У напрямку сторони l сумарний виліт сходинок становитиме: $1,5 - 0,9 = 0,6 \text{ м}$. Приймаємо в обох напрямках одну сходинку висотою 300 мм і вильотом сходинок 300 мм .

Перевірка на продавлювання здійснюється як для високого фундаменту, оскільки

$$h_{cf} = 900 > 0,5(l_{cf} - l_c) = 0,5(900 - 350) \text{ чи } 900 \text{ мм} > 275 \text{ мм}$$

Сила продавлювання

$$F = 0,0725 \cdot 220,89 = 16,01 \text{ кН};$$

$$\text{де } A_0 = 0,5(b - l_{cf} - 2h_{op}) - 0,25(b - b_{cf} - 2h_{op})^2 = 0,5 \cdot 1,5 \cdot (1,5 - 0,9 - 2 \cdot 0,25) - 0,25 \cdot (1,5 - 0,9 - 2 \cdot 0,25)^2 = 0,0725 \text{ м}^2;$$

$$h_{op} = h - h_{cf} - 0,05 = 1,2 - 0,9 - 0,05 = 0,25 \text{ м};$$

$$P_{max} = \frac{243,45 + 0,9 \cdot 0,9 \cdot 0,9 \cdot 25 \cdot 1,1}{2,25} + \frac{38,49 + 21,81 \cdot 0,9}{0,56} = 220,89 \text{ кПа};$$

Тут $0,9 \text{ м}$ - висота підколонника;

25 кН/м^3 - питома вага залізобетону;

$1,1$ - коефіцієнт надійності за навантаженням.

Приймаємо бетон класу $B12,5$ з розрахунковим опором

$$R_{bt} = 660 \text{ кПа}.$$

Тут приймається $b_m = b_{cf} + h_{op} = 0,9 + 0,25 = 1,15 \text{ м}$,

оскільки

$$b - b_{cf} = 1,5 - 0,9 = 0,6 \text{ м} > 2h_{op} = 2 \cdot 0,25 = 0,5 \text{ м}$$

$$16,01 \text{ кН} < 1,15 \cdot 0,25 \cdot 660 = 189,75 \text{ кН}.$$

Умова виконується.

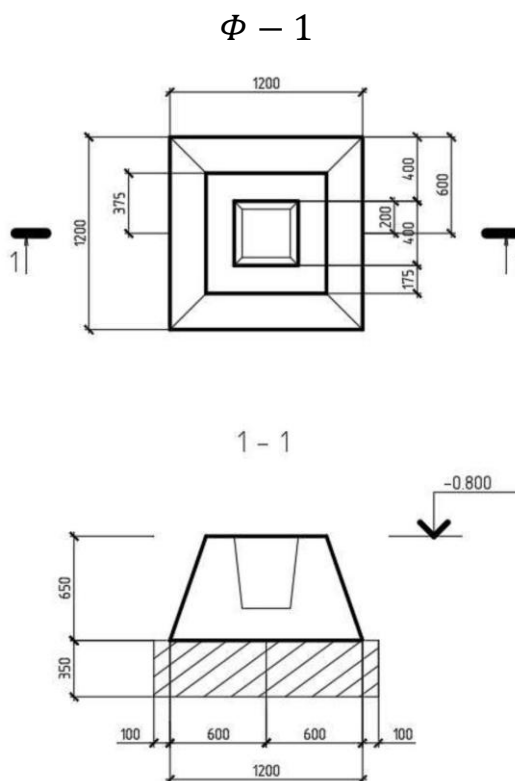


Рисунок 3.2 - Розміри фундаменту неглибокого закладення

Розрахуємо арматуру плитної частини фундаменту. Розрахунок проводимо згідно з вказівками [2]. Результати розрахунку зведемо в таблицю 3.2.

Таблиця 3.2 - Розрахунок арматури плитної частини стовпчастого фундаменту

Перерізи	Виліт c_i, m	$\frac{N \cdot c_i^2}{2 \cdot l(b)}$	$1 + \frac{6e_0}{l} - \frac{4e_0c_i}{l^2}$	$M, кН \cdot m$	α_m	ξ	h_{oi}	A_s, cm^2
1-1	0,3	7,30	1,921	14,03	0,020	0,99	0,25	1,55
2-2	0,55	24,55	1,803	44,26	0,005	0,995	1,15	1,06
1'-1'	0,3	7,30	1	7,30	0,010	0,995	0,25	0,8
2'-2'	0,55	24,55	1	24,55	0,003	0,995	1,15	0,59

Тут у таблиці вертикальне навантаження прийнято без урахування ваги фундаменту $N = 243,45 кН$, $M = 38,49 + 21,81 \cdot 1,2 = 64,66 кНм$; $e = \frac{64,66}{243,45} = 0,266 м$.

Приймаємо робочу арматуру для армування підосви 7 $\varnothing 10$ A-400A_s = 5,5 см² > 1,55 см² . Довжину арматурних сіток приймаємо відповідно 1400 мм для обох сторін.

Підколонник армуємо двома плоскими каркасами, приймаючи робочу арматуру в обох напрямках конструктивно $\varnothing 12$ A-400 з кроком 200 мм.

3.3 Проектування пального фундаменту із забивних паль

3.3.1 Вибір висоти ростверку та довжини паль

Глибину закладення ростверку приймаємо рівною $d_p = -1,2$ м .

Відмітку голови палі приймаємо на 0,3 м вище підосви ростверку—0,9 . В якості несучого шару вибираємо галечник з супіщаним заповнювачем, що залягає з відмітки—0,2 м . Заглиблення паль у несучий шар має становити не менше 0,5 м. Тому беремо палі довжиною 4 м (С40.30); відмітка нижнього кінця становитиме—4,9 , а заглиблення в галечник—1,7 м. Перетин палі беремо 300 × 300 мм .

Несучу здатність палі знаходимо за формулою, як для малостисливого ґрунту,

$$F_d = \gamma_{cR} \cdot R \cdot A \quad (3.1)$$

Це більше, ніж приймають у практиці проектування та будівництва і тому обмежуємо значення допустимого навантаження на палю, приймаючи його 600кН .

Кількість паль у куці визначаємо за формулою:

$$n = \frac{N}{F_d / \gamma_k - 0.9 \cdot d_p \cdot \gamma_{c\delta}} \quad (3.2)$$

$n = \frac{243,45}{600 - 0,9 \cdot 1,2 \cdot 20} = 0,42$, де N — сума вертикальних навантажень на обрізі ростверку в комбінації з $N_{\max}$;

$\gamma_{cp} = 20 \text{ кН/м}^3$ - усереднена питома вага ростверку та ґрунту на його обрізі.

Приймаємо 4 палі.

Розміри ростверку в плані становитимуть $1500 \times 1500 \text{ мм}$.

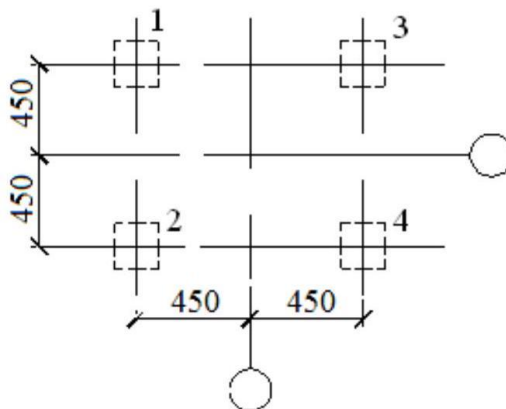


Рисунок 3.3 - Схема розташування пального куща

3.3.2 Перенесення навантажень на підшву ростверку

$$N = N + N_p = 243,45 + 59,4 = 302,85 \text{ кН}$$

$$N_p = 1,1 \cdot d_p \cdot b_p \cdot l_p \cdot \gamma_{сер} = 1,1 \cdot 1,2 \cdot 1,5 \cdot 1,5 \cdot 20 = 59,4 \text{ кН}$$

$$M = M + Q \cdot d_p = 38,49 + 21,81 \cdot 1,2 = 64,66 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$Q = 21,81 \text{ кН}$$

3.3.3 Перевірка паль за несучою здатністю

$$N_{cb}^{1,2} = \frac{302,85}{4} + \frac{64,66 \cdot 0,9}{2 \cdot 0,9^2} = 111,63 \text{ кН}; N_{cb}^{3,4} = \frac{302,85}{4} - \frac{64,66 \cdot 0,9}{2 \cdot 0,9^2} = 39,79 \text{ кН}.$$

$$111,63 < 600 \cdot 1,2 = 720 \text{ кН}.$$

$$39,79 > 0$$

3.3.4 Конструювання та розрахунок пальового фундаменту

Розміри підколонника в плані призначаємо 900×900 м. З огляду на те, що розміри ростверку в плані $1,5 \times 1,5$ м, вильоти сходинок з обох боків становитимуть 300мм.

Перевіряємо ростверк на продавлювання колоною. Силу продавлювання знаходимо за формулою:

$$F \leq \frac{2 \cdot R_{bt} \cdot h_{op}}{\alpha} \cdot \left[\frac{h_{op}}{c_1} \cdot (b_c + c_2) + \frac{h_{op}}{c_2} \cdot (l_c + c_1) \right] \quad (3.3)$$

Приймаємо бетон класу В12,5 з розрахунковим опором $R_{bt} = 660$ кПа.

Сила продавлювання F визначається як подвоєна сума зусиль у палях з більш навантаженою стороною ростверку: $F = 2 \cdot \Sigma N = 2 \cdot (111,63 \cdot 2) = 446,52$ кН ;

Приймаємо $\alpha = 0,85$.

$$h_{op} = 1,5 - 0,9 - 0,05 = 0,55 \text{ м. } c_1 = 0,55 \text{ м; } c_2 = 0,4h_{op} = 0,22 \text{ м}$$

$$446,52 < \frac{2 \cdot 660 \cdot 0,55}{0,85} \cdot \left[\frac{0,55}{0,45} \cdot (0,35 + 0,22) + \frac{0,55}{0,22} \cdot (0,35 + 0,55) \right] = 2516,8 \text{ кН}$$

Умова виконується.

Проводимо перевірку на продавлювання кутовою палею.

Приймаємо висоту сходинок $h_{c1} = 0,6$ м. Тоді $h_{01} = 0,55$ м; $c_1 = 0,4 h_{op} = 0,22$ м ; $c_2 = 0,55$ м. Тоді

$$N_{cBi} \leq R_{bt} \cdot h_{01} [\beta_1 (b_{02} + 0,5c_{02}) + \beta_2 (b_{01} + 0,5c_{01})]$$

$$111,63 \cdot 660 \cdot 0,55 [1,0 \cdot (0,45 + 0,5 \cdot 0,22) + 1,0 \cdot (0,45 + 0,5 \cdot 0,22)] = 406,56 \text{ кН.}$$

Умова виконується.

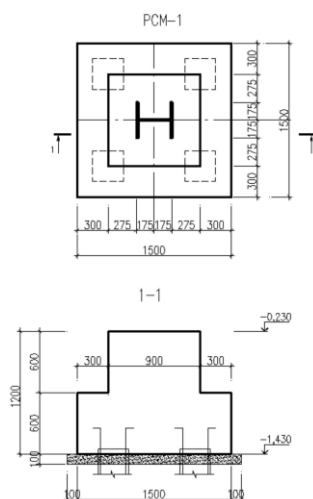


Рисунок 3.4 - Розміри пальового фундаменту

Проводимо розрахунок ростверку на вигин. Моменти в перерізах визначаємо за формулами:

$M = 2 \cdot 111,63 \cdot 0,3 = 66,98 \text{ кН} \cdot \text{м}$; Перетин арматури визначаємо за методичними вказівками:

$$\alpha_m = \frac{M}{b \cdot h_0^2 \cdot R_{bt}} = \frac{66,98}{1,5 \cdot 1,15^2 \cdot 7500} = 0,005, \xi = 0,995$$

$$A = \frac{M}{\xi \cdot h_0 \cdot R_s} = \frac{66,98}{0,995 \cdot 1,15 \cdot 35} = 1,67 \text{ см}^2$$

Приймаємо робочу арматуру для армування підшви 7 Ø10 A-400A_s = 5,5 см² > 1,67 см². Довжину арматурних сіток приймаємо відповідно 1400 мм для обох сторін.

Підколонник армуємо двома плоскими каркасами, приймаючи робочу арматуру в обох напрямках конструктивно Ø12 A-400 з кроком 200 мм.

3.4 Порівняння варіантів фундаментів

Порівняння варіантів фундаментів за вартістю та трудомісткістю показало, що більш економічним варіантом є фундамент неглибокого закладення (у 3,2 рази), тому його обираємо для подальшого проектування.

РОЗДІЛ 4

БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Заходи з охорони праці та техніки безпеки

Повинен бути організований постійний контроль працівниками справності обладнання, пристосувань, інструменту, перевірка наявності та цілісності огорож, захисного заземлення та інших засобів захисту до початку робіт і в процесі роботи на робочих місцях згідно з інструкціями з охорони праці;

При виявленні порушень норм і правил охорони праці працівники повинні вжити заходів для їх усунення власними силами, а в разі неможливості цього припинити роботи та поінформувати посадову особу.

У разі виникнення загрози безпеці та здоров'ю працівників відповідальні особи зобов'язані припинити роботи та вжити заходів щодо усунення небезпеки, а за необхідності забезпечити евакуацію людей у безпечне місце.

Відповідно до законодавства на роботах зі шкідливими та (або) небезпечними умовами праці, а також на роботах, пов'язаних із забрудненням, роботодавець зобов'язаний безкоштовно забезпечити видачу сертифікованих засобів індивідуального захисту.

Проїзди, проходи на виробничих територіях, а також проходи до робочих місць і на робочих місцях повинні утримуватися в чистоті та порядку, очищатися від сміття та снігу, не захащуватися матеріалами та конструкціями, що складуються.

Місця проходу людей у межах небезпечних зон повинні мати захисні огорожі. Входи до будівель (споруд), що споруджуються, повинні бути захищені зверху козирком шириною не менше 2 м від стіни будівлі.

У місцях переходу через траншеї, ями, канави повинні бути встановлені перехідні містки шириною не менше 1 м, огорожені з обох боків поручнями висотою не менше 1,1 м, із суцільною обшивкою внизу на висоту 0,15 м та з додатковою огорожувальною планкою на висоті 0,5 м від настилу.

На виробничих територіях, ділянках робіт і робочих місцях працівники повинні бути забезпечені питною водою, якість якої має відповідати санітарним вимогам.

Будівельні майданчики, ділянки робіт і робочі місця, проїзди та підходи до них у темний час доби повинні бути освітлені відповідно до вимог державних стандартів.

Небезпечні зони, вхід до яких заборонено особам, не пов'язаним з даним видом робіт, огорожуються та позначаються.

Тимчасові адміністративно-господарські та побутові будівлі та споруди розміщені поза небезпечною зоною від роботи монтажного крана.

Туалети розміщені таким чином, що відстань від найвіддаленішого місця поза будівлею не перевищує 200 м. Питні установки розміщені на відстані, що не перевищує 75 м від робочих місць. Позначено місця для куріння та розміщено пожежні пости, обладнані інвентарем для пожежогасіння.

4.2 Заходи щодо охорони навколишнього середовища та раціонального використання природних ресурсів

Передбачити заходи, що забезпечують збір та вивезення будівельного сміття, очищення виробничих та побутових стоків, охорону

наєвних на майданчику дерев і чагарників, захист ґрунту схилів від розмивання, запобігання загазованості повітря. Передбачається встановлення меж будівельного майданчика, що забезпечує максимальне збереження за межами території будівництва дерев, чагарників, трав'яного покриву. Унеможлиблюється безладний та неорганізований рух будівельної техніки та автотранспорту. Тимчасові автомобільні дороги та інші під'їзні шляхи облаштовуються з урахуванням вимог щодо запобігання пошкодженню деревно-чагарникової рослинності.

Бетонна суміш та будівельні розчини зберігаються у спеціальних ємностях. Організуються місця, на яких встановлюються ємності для сміття.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі розроблено проєкт будівлі ферми для утримання великої рогатої худоби, розташованої поблизу села Нововасилівка. Прийняті рішення спрямовані на створення тваринницької будівлі, що забезпечує належні умови утримання тварин, організацію годівлі, доїння, видалення гною, роботу обслуговуючого персоналу та безпечну експлуатацію об'єкта.

Мету роботи досягнуто шляхом розроблення архітектурно-будівельних і конструктивних рішень ферми, обґрунтування технологічного зонування приміщень, виконання розрахунку елементів дерев'яної кроквяної системи, порівняння варіантів фундаментів та опрацювання заходів з охорони праці, пожежної й екологічної безпеки.

У межах архітектурно-будівельного розділу охарактеризовано земельну ділянку та умови розміщення об'єкта на території колишнього тваринницького комплексу. Майданчик є вільним від забудови, має зв'язок із внутрішньомайданчиковими проїздами та забезпечує можливість під'їзду технологічного, обслуговуючого й пожежного транспорту з усіх боків будівлі. Площа ділянки в межах проєктування становить 4420 м², площа забудови — 1463,7 м², загальна площа будівлі — 1278,7 м², будівельний об'єм — 8185,9 м³.

Проектowana будівля прийнята одноповерховою, окремо розташованою, Т-подібної форми в плані. Її планувальна структура сформована з урахуванням технології утримання великої рогатої худоби: передбачено стійлове приміщення, кормороздавальну зону, кормові та гнойові проходи, молочарню, побутове приміщення, бокс, тамбур та інші допоміжні зони. Таке рішення забезпечує послідовність виробничих процесів, зручність догляду за тваринами й належне розмежування технологічних потоків.

У роботі розглянуто особливості стійлово-пасовищного утримання худоби, організацію годівлі, напування, доїння та прибирання гною. Годування передбачено з кормового столу, напування — з індивідуальних поїлок, доїння — механізованим способом у молокопровід, а видалення гною — за допомогою

скребкових транспортерів. Прийнята технологічна схема відповідає функціональному призначенню ферми та створює умови для організованого виконання основних виробничих операцій.

Архітектурні рішення будівлі враховують вимоги до санітарного стану тваринницьких приміщень і довговічності конструкцій. Для фасадів прийнято декоративне штукатурне оздоблення, покрівлю виконано похилою з металевих гофрованих листів, вікна передбачено з ПВХ-профілів, а ворота — металевими розпашними з хвірткою. У внутрішніх приміщеннях запроєктовано вологостійке оздоблення стін і стель, а нижню частину стін облицьовано глазурованою плиткою, що полегшує очищення та дезінфекцію поверхонь.

Для забезпечення комфортних умов праці персоналу та нормальної експлуатації будівлі передбачено природне освітлення приміщень через віконні прорізи. Захист від температурних впливів, пилу й шуму забезпечується конструкцією зовнішніх стін, утепленням та застосуванням склопакетів. Проєктом також передбачено заходи з вогнезахисту й антисептичного захисту дерев'яних елементів покрівлі.

Конструктивна схема будівлі прийнята з несучими поздовжніми та поперечними стінами, залізобетонними колонами в окремих ділянках та дерев'яною кроквяною системою двосхилого покриття. Зовнішні стіни передбачено цегляними, покрівлю — по дерев'яних кроквах із металевим покриттям. Таке рішення відповідає одноповерховій тваринницькій будівлі, її габаритам і характеру експлуатаційних навантажень.

У розрахунково-конструктивному розділі виконано збір постійних і тимчасових навантажень на елементи покриття. Враховано власну вагу металочерепиці, обрешітки, контробрешітки, вітрозахисної плівки, кроквяних елементів і снігового покриву. Розрахунок дерев'яної кроквяної системи виконано для кроквяної ноги, прогону, стійки, підкосу та вузлових з'єднань.

Кроквяну ногу розглянуто як двопролітну шарнірно-оперту балку з кроком 0,8 м і нахилом покрівлі 23° . За результатами розрахунку прийнято дерев'яний елемент перерізом 50×200 мм. Перевірки за міцністю, стійкістю, прогином та

сумісною дією поздовжніх сил і згинальних моментів підтвердили працездатність прийнятого перерізу.

Для прогону, стійки та підкосу також виконано необхідні перевірки. Отримані коефіцієнти використання несучої здатності не перевищують допустимих значень, що свідчить про достатню міцність і жорсткість елементів кроквяної системи. Прийнята схема покриття забезпечує надійну передачу навантажень від покрівлі на несучі стіни та фундаменти.

У розділі основ і фундаментів розглянуто два варіанти фундаментних рішень: фундамент неглибокого закладення та пальовий фундамент із забивних паль. Для кожного варіанта визначено глибину закладення, навантаження, розрахункові характеристики основи, тиск під подошвою та конструктивні параметри фундаментних елементів. За результатами порівняння варіантів за вартістю та трудомісткістю прийнято фундамент неглибокого закладення як більш економічно доцільний: його вартість є меншою у 3,2 раза порівняно з пальовим рішенням.

У розділі безпеки життєдіяльності та охорони праці передбачено заходи щодо безпечного виконання будівельно-монтажних робіт.

Окремо розглянуто заходи з охорони навколишнього середовища. Передбачено організований збір і вивезення будівельного сміття, очищення виробничих і побутових стоків, збереження наявної рослинності поза межами будівельного майданчика, запобігання забрудненню ґрунтів та повітря, а також облаштування спеціальних місць для зберігання розчинів, бетонних сумішей і відходів.

У роботі вирішено основні завдання проектування будівлі ферми для утримання великої рогатої худоби: обґрунтовано розміщення об'єкта на земельній ділянці, розроблено функціональне зонування приміщень, прийнято архітектурні та конструктивні рішення, розраховано дерев'яну кроквяну систему, порівняно варіанти фундаментів, визначено доцільне фундаментне рішення та опрацьовано заходи з охорони праці, пожежної й екологічної безпеки. Прийняті рішення є взаємопов'язаними та відповідають офіційній темі кваліфікаційної роботи.

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. 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.
3. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Будівельна кліматологія. – К.: Мінрегіонбуд України, 2010 (чинний з 01.11.2011)
4. ДБН В.2.6-198:2014 Сталеві конструкції. Норми проектування.
5. ДБН В.2.6-98:2009 Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції.
6. ДСТУ Б В.2.6-156:2010 Конструкції будинків і споруд. Конструкції сталезалізобетонні. Загальні технічні умови. – К.: Мінрегіон України, 2010. – 83 с.
7. ДБН В.1.1-12:2006 Будівництво у сейсмічних районах України. – К.: Мінрегіонбуд України, 2006. – 96 с
8. Биків, Н. З. (2020). Застосування сплавів з пам’яттю форми для підвищення стійкості конструкцій при динамічних навантаженнях. Збірник тез доповідей IX Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“, 1, 26-26.
9. Гудь, М. І., & Гиря, П. В. Властивості полімербетонів. Збірник тез доповідей XIII Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“, 28-28.
10. ДСТУ Б В.2.6-9:2008 Конструкції будинків і споруд. Профілі сталеві холодногнуті. Технічні умови. – К.: Мінрегіонбуд України, 2008. – 32 с.
11. Hud, M., Pyndus, T., & Senchyshyn, V. (2026). Estimation of eigenfrequencies of oscillations of a one-storey industrial building on the basis of numerical modelling. *Procedia Structural Integrity*, 81, 417-421.
12. Hud, M., Chornomaz, N., & Meshcheryakova, O. (2026). Finite element

simulation of the dynamic characteristics of a high-rise frame building considering variations in storey materials. *Procedia Structural Integrity*, 81, 372-376.

13. Hud, M. (2026). Finite element modelling of natural vibrations of a frame building with an asymmetric plan. *Procedia Structural Integrity*, 81, 486-492.

14. Закон України "Про пожежну безпеку". – Київ: Верховна Рада України, 1993.

15. ДБН А.3.2-2-2009 Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення.

16. ДБН В.2.2-15:2019 Будинки і споруди. Житлові будинки. Основні положення.

17. ДБН В.1.1-7:2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. – К.: Мінрегіонбуд України, 2016. – 96 с.

18. ДБН В.1.2-7:2021 Основні вимоги до будівель і споруд. Пожежна безпека. – К.: Мінрегіон, 2021.

19. ДСТУ Б В.2.2-29:2011 Будинки і споруди. Будівлі підприємств. Параметри.

20. ДСТУ Б В.2.7-233:2010 Будівельні матеріали. Склопакети клеєні. Технічні умови. – К.: Мінрегіон України, 2010. – 38 с.

21. ДБН В.2.6-31:2021 Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. – К.: Мінрегіон України, 2021 (чинний з 01.09.2022). – 23 с.

22. ДСТУ Б EN ISO 10077-1:2016 Теплотехнічні характеристики вікон, дверей та віконниць. Розрахунок коефіцієнта теплопередачі. Частина 1. Загальна методика. – К.: Мінрегіон України, 2016. – 37 с.

23. ДСТУ Б EN 15251:2011 Розрахункові параметри мікроклімату приміщень для проектування та оцінки енергетичних характеристик будівель з урахуванням якості повітря, теплового комфорту, освітлення та акустики (EN 15251:2007, IDT). – К.: Мінрегіон України, 2011. – 72 с.

24. ДБН В.2.6-31:2016. Покриття підлог. — Київ: Мінрегіонбуд України, 2016.

25. ДБН В.2.1-10:2018. Основи і фундаменти будівель та споруд / Мін-

регіонбуд України. — Київ: ДП «ДНДІБК», 2018. — Чинний з 01.01.2019.

26. ДСТУ 9208:2022 Бетони важкі. Технічні умови.

27. ДСТУ Б В.2.6-65:2008. Конструкції будинків і споруд. Палі залізобетонні забивні. Конструкція і розміри. — Київ: Мінрегіонбуд України, 2008.

28. ДБН А.3.1-5:2016. Організація будівельного виробництва. — Київ: Мінрегіонбуд України, 2016. — 64 с.

29. Ясній, В. П., & Микитишин, Т. (3.7). Вплив форми та розміру зразків на міцність бетону за стиску. Вісник Тернопільського національного технічного університету, 111(3.8), 97-105.

30. Гудь, М. І., & Попович, М. З. (2024). Дослідження оптимальних параметрів залізобетонних конструкцій споруд подвійного призначення. *Збірник тез доповідей XIII Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій “*, 60-61.

31. Хартей, Е. Е., & Гудь, М. І. (2022). Озелення фасадів багатоповерхових житлових будинків. *Матеріали V Міжнародної студентської науково-технічної конференції "Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання"*, 17-18.

32. Гудь, М. І., & Юркевич, О. М. (2024). Бетони на основі епоксидних смол. *Збірник тез доповідей XIII Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій “*, 27-27.

33. Семчук, А. А., Крамар, Г. М., & Гудь, М. І. (2022). Моделювання роботи залізобетонного каркасу громадської будівлі при багатофакторному розрахунку. *Праці конференції Міжнародної науково-технічної конференції присвяченої 70-річчю від дня народження член-кореспондента НАН України, проф. Ясенія Петра Володимировича „Міцність і довговічність сучасних матеріалів та конструкцій “*, 51-53.

34. ДБН А.3.2-2:2009. Охорона праці та промислова безпека в будівництві. — Київ: Мінрегіон України, 2009. — 38 с.

35. ДБН В.1.2-5:2007. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. — Київ: Мінрегіонбуд України, 2007. — 50 с.