

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 м'ясопереробного цеху

Виконав: студент IV курсу, групи МБ-41
спеціальності _____

192 "Будівництво та цивільна інженерія"

(шифр і назва спеціальності)

Студент

_____ Бегун Н. М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник

_____ Крамар Г. М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

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

Завідувач кафедри

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

Рецензент

_____ Качка О. І.
(підпис) (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

« » (підпис) Ясній В.П. (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 Бегуну Назарію Миколайовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)
1. Тема роботи Проект м'ясопереробного цеху

Керівник роботи Крамар Галина Михайлівна, 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 - одноповерховий м'ясопереробний цех у м. Глобине для обробки яловичини та виготовлення м'ясних делікатесів; габарити 30 x 18 м, висота 8,6 м; адміністративно-побутовий корпус.

Вихідні умови - технологічна схема виробництва; сталевий каркас із кроком колон 6 м, кроквяні ферми прольотом 18 м, сендвіч-панелі; кліматичні, сейсмічні та інженерно-геологічні дані; розрахунок у ПК SCAD++.

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)
Розробити генеральний план, архітектурно-будівельні та об'ємно-планувальні рішення м'ясопереробного цеху й адміністративно-побутового корпусу.

Обґрунтувати технологічний процес переробки м'ясної сировини, конструктивні й теплотехнічні рішення та заходи пожежної безпеки.

Виконати збір навантажень, розрахунок сталевих кроквяних ферм та підбір перерізів її елементів у ПК SCAD++.

Виконати розрахунок сталевих колон та обґрунтувати просторову жорсткість і стійкість каркаса.

Проаналізувати інженерно-геологічні умови та розрахувати стовпчастий фундамент під сталеву колону.

Розробити розділ «Безпека життєдіяльності, Основи охорони праці».

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

(підпис)

Бегун Н.М.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Крамар Г.М.

(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1 АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ РОЗДІЛ	9
1.1 Вихідні дані району.....	9
1.2 Рішення генерального плану.....	9
1.3 Технологічний процес.....	11
1.4 Об'ємно-планувальне рішення.....	12
1.5 Конструктивне рішення.....	13
1.6 Теплотехнічний розрахунок.....	13
1.7 Внутрішнє оздоблення.....	17
1.8 Протипожежна безпека.....	17
1.9 Розрахунок приміщень АПК.....	18
РОЗДІЛ 2 РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ РОЗДІЛ.....	20
2.1 Вихідні дані для розрахунку каркаса	20
2.2 Програмний комплекс для розрахунку каркаса	20
2.2.1 Опис програмного комплексу	20
2.2.2 Вихідні дані для розрахунку каркаса	21
2.2.3 Визначення матеріалу для конструкцій каркаса	21
2.2.4 Збір навантажень на ферму	23
2.2.5 Сума навантажень на колону	28
2.3 Розрахунок каркаса та підбір перерізів у програмному комплексі.....	30
2.3.1 Розрахунок сталеві кроквяної ферми та підбір перерізів конструктивних елементів	30
2.3.2 Розрахунок сталеві колони та підбір перерізів конструктивних елементів.	37

РОЗДІЛ 3 ОСНОВИ ТА ФУНДАМЕНТИ	39
3.1 Оцінка інженерно-геологічних умов.....	39
3.2 Сума навантажень на фундамент	41
3.3 Розрахунок стовпчастого фундаменту	42
РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ	46
4.1 Загальні положення.....	46
4.2 Забезпечення пожежної безпеки.....	47
4.3 Техніка безпеки при монтажі металоконструкцій	48
4.4 Техніка безпеки при виконанні каменних робіт	49
4.5 Техніка безпеки при ручному зварюванні	50
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	51
БІБЛІОГРАФІЯ.....	54

ВСТУП

М'ясопереробні підприємства забезпечують підготовку сировини, її технологічну обробку, виробництво готової продукції та належні умови зберігання. Проектування таких об'єктів потребує узгодження технологічної схеми виробництва з архітектурно-планувальними, конструктивними, санітарно-гігієнічними та безпековими вимогами. Важливими умовами є розділення потоків сировини, готової продукції, персоналу й транспорту, а також забезпечення надійності несучих конструкцій і безпечної експлуатації будівлі.

Актуальність кваліфікаційної роботи полягає у розробленні проєкту м'ясопереробного цеху, призначеного для обробки м'ясної сировини та виготовлення м'ясних делікатесів. Для такого виробництва необхідно передбачити приміщення для приймання і зберігання сировини, її розморожування, промивання, очищення, обробки, сушіння та пакування готової продукції. Функціональне планування будівлі має забезпечувати послідовність технологічних операцій, належні санітарні умови, можливість механізованого переміщення напівтуш і безпечну роботу персоналу.

Об'єктом проєктування є м'ясопереробний цех у місті Глобине. Будівля призначена для переробки яловичини, що надходить на підприємство у вигляді півтуш. Технологічний процес охоплює розморожування, промивання, обсушування, очищення й розбирання м'яса, підготовку сировини зі спеціями, дозрівання, пресування, нарізання, сушіння та пакування готової продукції.

На території підприємства передбачено виробничі, складські, адміністративно-побутові та допоміжні об'єкти. Генеральним планом розміщено адміністративно-побутовий корпус, складські будівлі, слюсарну майстерню, пост охорони, забійний та утилізаційний цехи, гараж, котельню, трансформаторну підстанцію, насосну, водонапірну вежу, очисні споруди, майданчики для транспорту й зони відпочинку. Проїзди та майданчики забезпечують внутрішній зв'язок між функціональними зонами, можливість маневрування автомобілів і доступ пожежної техніки.

Основна виробнича будівля запроектована одноповерховою, прямокутною в плані, з розмірами 30×18 м та висотою 8,6 м. Для обслуговування виробництва передбачено адміністративно-побутовий корпус із приміщеннями для персоналу, санітарно-побутовими кімнатами, лабораторіями, медичним пунктом, кабінетами та іншими допоміжними приміщеннями. Планувальні рішення спрямовані на створення зручних функціональних зв'язків між виробничою й адміністративно-побутовою частинами.

Конструктивну систему цеху прийнято каркасною. Основними несучими елементами є сталеві двотаврові колони, кроквяні ферми зі спарених рівнополичних Кутників, покрівельні прогони та зв'язки. Огороджувальні конструкції передбачено із сендвіч-панелей. Під час проектування враховано сейсмічність району будівництва, а також передбачено антисейсмічні шви. Для адміністративно-побутового корпусу прийнято каркасну схему із залізобетонними колонами, пустотними плитами перекриття та цегляними стінами.

Метою кваліфікаційної роботи є розроблення архітектурно-будівельних, розрахунково-конструктивних і фундаментних рішень м'ясопереробного цеху з урахуванням технології виробництва, природно-кліматичних умов району будівництва, вимог до надійності сталевих каркасів, теплозахисту огороджувальних конструкцій, пожежної безпеки та охорони праці.

Для досягнення поставленої мети у роботі вирішено такі завдання:

- проаналізовано вихідні дані для проектування, характеристику району будівництва, кліматичні та сейсмічні умови майданчика.
- розроблено генеральний план підприємства з урахуванням розміщення виробничих, складських, адміністративно-побутових, інженерних і транспортних об'єктів.
- обґрунтовано технологічну схему переробки м'ясної сировини та послідовність основних виробничих операцій.
- прийнято об'ємно-планувальне та конструктивне рішення м'ясопереробного цеху й адміністративно-побутового корпусу.

- виконано теплотехнічний розрахунок зовнішніх стін і покриття з визначенням необхідної товщини утеплювача.
- розглянуто рішення внутрішнього оздоблення виробничих, санітарно-побутових, адміністративних і допоміжних приміщень.
- передбачено заходи протипожежного захисту, евакуації людей та забезпечення пожежної безпеки підприємства.
- виконано збір постійних, снігових, вітрових і сейсмічних навантажень на елементи сталевго каркаса.
- проведено розрахунок кроквяної ферми та сталевго колони методом кінцевих елементів із підбором перерізів конструктивних елементів.
- виконано оцінку інженерно-геологічних умов, визначено навантаження на фундамент і розраховано стовпчастий фундамент під сталеву колону.
- розглянуто заходи охорони праці та техніки безпеки під час монтажу металоконструкцій, виконання кам'яних, зварювальних та інших будівельно-монтажних робіт.

Вихідними даними для проєктування є функціональне призначення об'єкта як м'ясопереробного цеху, розташування будівлі у м. Глобине, прямокутна одноповерхова виробнича будівля розмірами 30 × 18 м, сталевий каркас із кроком колон 6 м, проліт кроквяної ферми 18 м, огорожувальні конструкції із сендвіч-панелей, наявність адміністративно-побутового корпусу та необхідність проєктування стовпчастих фундаментів.

Методи виконання роботи включають аналіз технологічних, архітектурно-планувальних і конструктивних вимог до будівлі, теплотехнічний розрахунок огорожувальних конструкцій, збір навантажень, розрахунок сталевго каркаса в програмному комплексі, підбір перерізів ферми та колони, а також розрахунок фундаменту на природній основі.

Практичне значення роботи полягає у розробленні технічно обґрунтованого проєктного рішення м'ясопереробного цеху, яке забезпечує послідовність технологічних процесів, зручне розміщення виробничих і побутових

приміщень, надійну роботу сталевго каркаса, відповідність огорожувальних конструкцій вимогам енергоефективності та безпечні умови праці.

Ключові слова: М'ЯСОПЕРЕРОБНИЙ ЦЕХ, СТАЛЕВИЙ КАРКАС, КРОКВЯНА ФЕРМА, СТОВПЧАСТИЙ ФУНДАМЕНТ.

РОЗДІЛ 1

АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Вихідні дані району

Ділянка для будівництва цеху з виробництва м'ясних делікатесів знаходиться в м. Глобине.

Будівництво ведеться в II кліматичному районі.

Кліматичні параметри:

Абсолютно мінімальна температура зовнішнього повітря = -27°C [3];

Температура найхолоднішої доби з імовірністю 0,94 = -20°C [3];

Температура найхолоднішої п'ятиденки з імовірністю 0,94 = -27°C [3];

Тривалість у добі (період із середньодобовою температурою повітря $\leq 8^{\circ}\text{C}$ = 223 [3];

Сейсмічність району з 10% ступенем сейсмічної небезпеки протягом 50 років - 7 балів [7].

1.2 Рішення генерального плану

Район будівництва даного об'єкта — м. Глобине. На території цеху м'ясних делікатесів знаходяться:

- адміністративно-побутовий корпус;
- склад;
- слюсарна майстерня;
- пост охорони;
- забійний цех;
- трансформаторна станція;
- стійла;
- гараж;
- автостоянка;

- луг;
- відстійник;
- жируловлювач;
- насосна;
- водонапірна вежа;
- утилізаційний цех;
- котельня;
- машинне відділення;
- склад.

Земельна ділянка має у плані прямокутну форму, розміром 132×116 м.

Головний під'їзд до об'єкта будівництва здійснюється зі східного напрямку, з боку дороги.

На території ділянки розташовані:

- парковка для легкових автомобілів, загальною місткістю 40 місць;
- місця відпочинку;
- одна трансформаторна підстанція.

Ширина автомобільної дороги становить 6 м.

Техніко-економічні показники генплану:

- площа ділянки - 15312 м^2
- площа озеленення - 3160 м^2
- загальна площа бруківки - 1867 м^2
- площа асфальтованого покриття - 1600 м^2
- щільність озеленення - 35%
- загальна площа забудови - 900 м^2

Відстань між будівлями становить 10 метрів, зв'язок між ними здійснюється за рахунок асфальтового покриття. Ділянка огорожена парканом, а в'їзд на ділянку здійснюється двома в'їздами через пост охорони. На ділянці для автотранспорту передбачені місця для розворотів.

З метою екологічних заходів на території ділянки висаджені листяні, хвойні дерева, чагарники та газон поблизу АГК. Роза вітрів складена на підставі даних метеорологічної служби WorldWeather. Дані щодо напрямку вітрів наведено в таблиці 1.1

Таблиця 1.1 - Напрямки вітру, усереднене значення, %

Пн	Пн-Сх	Сх	Пд-Сх	Пд	Пд-Зх	Зх	Пн-Зх
5,8	12	9,1	2,2	14,5	32,4	20,2	3,9

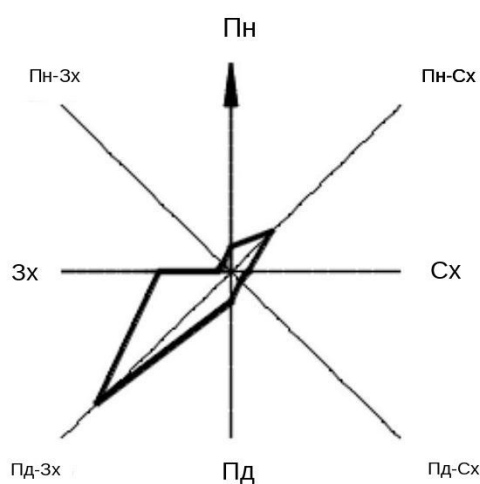


Рисунок 1.1 - Роза вітрів

1.3 Технологічний процес

Цех м'ясних делікатесів призначений для обробки та приготування м'яса.

М'ясні робочі зони розташовані поблизу морозильної камери, в якій зберігається необхідний запас м'ясної сировини. Також у будівлі знаходяться візки для зручного перевезення напівтуш та іншої сировини. Передбачено водопостачання, каналізація, вентиляція, а також природне та штучне освітлення.

На підприємство надходить: м'ясо яловичини півтушами.

Технологічна схема обробки м'яса складається з таких операцій:

- розморожування;
- промивання;

– обсушування.

Розморожування проводиться в окремому приміщенні на виробничих столах. Після розморожування м'ясо надходить у цех з очищення та обробки м'яса, де також відбувається розбирання. Після чого надходить у цех з сушіння м'яса.

Технологія виробництва м'ясних чіпсів: Для початку м'ясо дефростують, тобто розморожують і нарізають шматками. Отримані заготовки перемішують із сіллю та іншими спеціями, використання яких передбачено рецептурою, і поміщають у холодильну камеру для дозрівання. На завершальній стадії дозрівання м'ясо злегка підморожують і пресують. Дозріле м'ясо нарізають скибочками. Підготовлені скибочки розкладають на решітках і відправляють у термокамеру для сушіння. Після чого м'ясо відправляється на конвеєр для пакування.

1.4 Об'ємно-планувальне рішення

Дана будівля має в плані прямокутну форму з розмірами:

- в осях 1-6 30 м;
- в осях А-Б 18 м.

Будівля одноповерхова, за конструктивною схемою покриттів каркасна. Освітлення штучне та природне, приміщення опалюється. Висота будівлі 8,600 м.

Група основних виробничих процесів за санітарними характеристиками — І.

Також у будівлі є два під'їзди до цеху, що забезпечують доступ транспорту до цеху, які дозволяють безперешкодно переміщатися робочому персоналу всередині будівлі.

Будівля АПК двоповерхова, конструктивна схема каркасна, опалюється, зі штучним та природним освітленням.

Висота будівлі 7,000м.

Відмітка другого поверху —3,300м .

1.5 Конструктивне рішення

Проектований цех має каркасну конструктивну схему. Будівля розташована на території з сейсмічністю 7 балів, при її проектуванні та зведенні передбачаються антисейсмічні заходи.

Крок колон – 6 метрів. Передбачені антисейсмічні шви. Колони — металеві двотаврового перетину; 200х200. ферми - металеві; з рівнополочних куточків. Огородження - сендвіч-панелі. Сходи сталеві з висотою сходинки 150 мм і підсходинкою 300 мм. Огорожа сходів металева висотою 90 см. Також АПК має каркасну схему. Крок колон 6 м, висота будівлі 7 метрів. Колони - залізобетонні; перекриття - пустотні плити; огорожа - цегляні стіни.

1.6 Теплотехнічний розрахунок

Розрахункові дані:

Район будівництва — м. Глобине;

Зона вологості території — суха;

Вологісний режим приміщень — нормальний [19];

$t_B = 20^\circ\text{C}$ - розрахункова температура повітря всередині приміщення ;

$t_B = 20^\circ\text{C}$ - розрахункова температура повітря всередині приміщення;

$t_H = -37^\circ\text{C}$ - температура найхолоднішої п'ятиденки з коефіцієнтом 0,98);

$t_H = -41^\circ\text{C}$ — температура найхолоднішої п'ятиденки з коефіцієнтом 0,98;

$t_{от} = -8,4^\circ\text{C}$ - температура опалювального періоду);

Градусо-добы опалювального періоду визначаються [3]:

$$ГСОП = (t_B - t_H) \cdot Z_{оп} \quad (1.1)$$

$$ГСОП = (20 + 8,4) \cdot 225 = 6390^\circ\text{C} \cdot \text{дб}$$

де $t_B, Z_{оп}$ — середня температура зовнішнього повітря, $^\circ\text{C}$, та тривалість, діб/рік, опалювального періоду;

t_{int} — розрахункова температура внутрішнього повітря будівлі, °С.

Нормативне значення приведенного опору теплопередачі визначається за формулою таблиці 3 [3]:

$$R_{\text{red}} = a \cdot D_d + b = 0,0002 \cdot 6390 + 1 = 2,28 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$$

де D_d — градусо-доба опалювального періоду, С•доба

a та b - коефіцієнти, значення яких слід брати за даними таблиці 3 [19] для відповідних груп будівель.

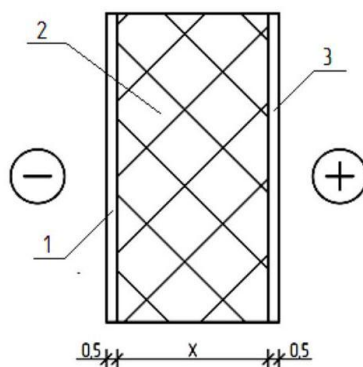


Рисунок 1.2 - Розріз зовнішньої стіни

Таблиця 1.2 - Склад матеріалів стінових панелей

№ п/п	Назва матеріалу	χ , К/м ³	δ , мм	λ , Вт/(м ² · °С)	R , м ² · °С/Вт
1	Оцинкований профлист	7820	0,5	58	0,009
2	Пінополістирол	100	x	0,043	x
3	Оцинкований профлист	7820	0,5	58	0,009

$$R_{\text{si}} = 1/8,7 = 0,115; R_{\text{se}} = 1/23 = 0,043$$

$x = 120$ отже, беремо сендвіч-панель стандартної товщини 150 мм.

$$x/0,043 = 3,48$$

$$x = 120 \text{ мм} - 150 \text{ мм}$$

der — коефіцієнт теплотехнічної однорідності огорожувальної конструкції, що враховує вплив стиків, укосів прорізів, обрамлюючих ребер, гнучких зв'язків та інших теплопровідних включень

$$r = 0,92$$

Тоді:

$$R_0^{\text{пр}} = 3,48 \cdot 0,92 = 3,2 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$$

Висновок: величина приведенного опору теплопередачі $R_0^{\text{пр}}$ більша за необхідну $R_0^{\text{норм}}$ ($3,2 > 2,3$) отже, представлена огорожувальна конструкція відповідає вимогам щодо теплопередачі.

Визначення товщини утеплювача покриття: Будова конструкцій покриття представлена на рисунку 1.3

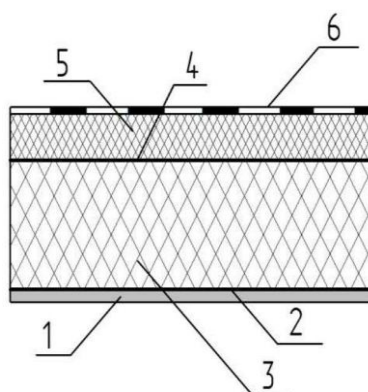


Рисунок 1.3 - Конструкція покриття

Матеріал конструкції покриття представлений у таблиці 1.3

Таблица 1.3 - Состав материалов конструкции покрытия

№ шару	Назва матеріалу	δ , мм	$\lambda_{\text{АВТ}} / (^\circ\text{C})$	$\lambda_{\text{БТ}} / (^\circ\text{C})$	μмг/ (м•год•Па)
1	Пароізоляція	2,5	0,22	0,22	0,008
2	Оцинкований профлист	0,5	58	58	0
3	Пінополістирол	х	0,041	0,052	0,05
4	Оцинкований профлист	0,5	58	58	0
5	Жорстка мінераловатна плита	20	0,064	0,07	0,3
6	Гідроізоляція	4,5	0,17	0,17	1

Базове значення необхідного опору теплопередачі визначається $R_0^{\text{нтр}}$ виходячи з нормативних вимог до приведенного опору теплопередачі [3] згідно з формулою:

$$R_0^{\text{нтр}} = a \cdot \text{ГСОП} + b, \quad (1.6)$$

де a та b — коефіцієнти, значення яких слід брати за даними [3], $a = 0,00035$; $b = 1,3$

Градусо-добы опалювального періоду ГСОП, $^{\circ}\text{C} \cdot \text{доб}$, визначаємо за [3]:

$$\text{ГСОП} = (t_{\text{в}} - t_{\text{оп}})z_{\text{оп}}, \quad (1.7)$$

$$R_{0\text{норм}} = 0,00035 \cdot 6390 + 1,3 = 3,5 \text{ м}^2\text{C/Вт}$$

За формулою в таблиці 3 [19] визначаємо базове значення необхідного опору теплопередачі $R_{0\text{нТр}}$ ($\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C/Вт}$), див. розв'язок формули 1.5

Умовний опір теплопередачі $R_{0\text{ум}}$, ($\text{м}^2\text{C/Вт}$) визначається за [3]:

$$R_{0\text{ум}} = 1/\alpha_{\text{int}} + \delta_{\text{n}}/\lambda_{\text{n}} + 1/\alpha_{\text{ext}} \quad (1.8)$$

Де α_{int} — коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огорожувальних конструкцій, що приймається за [3], дорівнює $8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})$;

α_{ext} - коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні огорожувальних конструкцій для умов холодного періоду, що приймається за [3], дорівнює 12.

$$R_{0\text{ум}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,0005}{58} + \frac{x}{0,041} + \frac{0,0005}{58} + \frac{0,02}{0,064} + \frac{0,0045}{0,17} + \frac{1}{12}$$

$x = 112$ отже, приймаємо товщину утеплювача $\delta = 120 \text{ мм}$,

$$R_{0\text{ум}} = 4,02 \text{ м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C/Вт}$$

Наведений опір теплопередачі $R_{0\text{пр}}$, ($\text{м}^2\text{C/Вт}$) визначимо за [3]:

$$R_{0\text{пр}} = R_{0\text{ум}} \cdot r, \quad (1.9)$$

де r — коефіцієнт теплотехнічної однорідності огорожувальної конструкції, що враховує вплив стиків, укосів прорізів, обрамлюючих ребер, гнучких зв'язків та інших теплопровідних включень

$$r = 0,92$$

Тоді:

$$R_0^{\text{пр}} = 4,02 \cdot 0,92 = 3,70 \text{ М}^2 \cdot ^\circ\text{С/Вт}$$

Висновок: величина приведенного опору теплопередачі $R_0^{\text{пр}}$ більша за необхідну $R_0^{\text{норм}}$ ($3,7 > 3,5$) отже, представлена огорожувальна конструкція відповідає вимогам щодо теплопередачі.

1.7 Внутрішнє оздоблення

Внутрішнє оздоблення цеху м'ясних делікатесів: Стіни та підлоги в цехах оздоблюються керамічною плиткою. Кабінет технолога, стіни обклеюються шпалерами, на підлогу укладають лінолеум. У цехах з прийому сировини та відправки готової продукції на підлогу укладається керамічна плитка, оздоблення відбувається за допомогою вапняного розчину.

Металеві віконні панелі фарбуються у два етапи олійною фарбою. Підлоги в побутових приміщеннях оздоблені керамічною плиткою. Туалети, душові, стіни оздоблюють керамічною плиткою. У кабінетах на підлогу укладають лінолеум, стіни фарбують у два рази.

1.8 Протипожежна безпека

Відповідно до [7] виробничі будівлі, споруди, виробничі та лабораторні приміщення, майстерні. У зв'язку з цим при проєктуванні та будівництві цеху повинні бути передбачені заходи щодо запобігання виникненню пожежі. Забезпеченню можливості своєчасної евакуації людей з будівлі на прилеглу до неї територію, нерозповсюдженню вогню на сусідні споруди, а також забезпеченню доступу особового складу пожежних підрозділів до будинку для проведення заходів з гасіння пожежі та рятування людей.

Категорія Д (Пожежонебезпечні): Негорючі речовини та матеріали в холодному стані.

Категорія Г (Пожежонебезпечні): Негорючі речовини та матеріали в гарячому, розжареному або розплавленому стані, процес обробки яких супроводжується виділенням променистого тепла, іскор та полум'я; тверді, рідкі та газоподібні речовини, які спалюються або утилізуються як паливо.

1.9 Розрахунок приміщень АПК

Для даного об'єкта, цеху м'ясних делікатесів, до складу групи приміщень входять такі приміщення: Ів

Розрахунок проводиться на підставі [7].

- кімната охорони;
- коридор;
- душова;
- роздягальня;
- санвузол;
- тамбур;
- побутові приміщення буфету;
- кабінети;
- архів;
- лабораторії;
- медичний пункт;
- інвентарна для спецодягу.

Кількість робітників (на одну зміну) визначається за формулою:

Для цеху м'ясних делікатесів:

$$N_p = 540/50 = 36$$

чоловічий персонал — 26 год.

жіночий персонал - 10 год.

Для слюсарної майстерні

$$N_p = 100/15 = 7$$

чоловічий персонал — 4 год.

жіночий персонал - 3 год.

Для забійного цеху

$$N_p = 218/15 = 15$$

чоловічий персонал - 10 год.

жіночий персонал - 5 год.

Гардеробно-душовий блок

Гардеробна для працівників цеху м'ясних делікатесів:

кількість шаф: $N = 25$ шт.

Душова:

Площа душового приміщення:

$$S = S_n \cdot n = 0,7 \cdot 70 = 49 \text{ м}^2 \quad (1.10)$$

кількість душових кабінки: для чоловіків - 9 шт. для жінок - 8 шт.

кількість умивальників: для чоловіків — $N = \frac{B}{72} = \frac{76}{72} = 1,06$, з урахуванням

інтенсивності промислового виробництва, приймаємо 3 шт; для жінок — $N =$

$\frac{B}{48} = \frac{32}{48} = 0,67$, з огляду на інтенсивність промислового виробництва, приймаємо

3 шт.

кількість унітазів:

$$\text{для чоловіків} - N = \frac{B}{18} = \frac{76}{18} = 4$$

$$\text{для жінок} - N = \frac{B}{12} = \frac{32}{12} = 3$$

Пункт першої медичної допомоги, площа: $S = 18 \text{ м}^2$.

РОЗДІЛ 2

РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Вихідні дані для розрахунку каркаса

Відмітка верху конструкцій, м – 8,300. Корисне навантаження на настил, кН/м^2 – 1,42. Кількість прольотів -1. Проліт ригеля, м – 18. Крок колон, м – 6. Кількість кроків колон – 5. Товщина сендвіч-панелей -150мм .

2.2 Програмний комплекс для розрахунку каркаса

2.2.1 Опис програмного комплексу

Пакет SCAD Office являє собою набір програм, призначених для виконання розрахунків міцності та проєктування різних видів будівельних конструкцій. До складу пакету входять програми чотирьох видів:

- обчислювальний комплекс Structure CAD (ПК SCAD), який є універсальною розрахунковою системою кінцево-елементного аналізу конструкцій і орієнтований на вирішення задач проєктування будівель і споруд досить складної структури;
- допоміжні програми, призначені для «обслуговування» ПК SCAD і забезпечують формування та розрахунок геометричних характеристик різного виду перерізів стрижневих елементів (Конструктор перерізів, КОНСУЛ, ТОНУС, СЕЗАМ), визначення навантажень і впливів на споруду, що проєктується (ВЕСТ), обчислення коефіцієнтів підґрунтя, необхідних при розрахунку конструкцій на пружному підґрунті (КРОСС), а також препроцесор ФОРУМ, що використовується для формування укрупнених моделей та при імпорті даних з архітектурних систем;
- проєктно-аналітичні програми КРИСТАЛ і АРБАТ, які призначені для вирішення окремих завдань перевірки та розрахунку елементів сталевих і залізобетонних конструкцій відповідно до вимог нормативних документів ;

– проектно-конструкторські програми КОМЕТА та МОНОЛІТ, призначені для розробки конструкторської документації на стадії детального опрацювання проектного рішення.

Комплекс SCAD використовується при розрахунку та проектуванні конструкцій різного виду та призначення. Маючи у своєму складі розвинені засоби підготовки даних, розрахунку та аналізу результатів, він не накладає практичних обмежень на розміри та форму споруд, що проектуються. Разом з тим для інженера-проектувальника не менш (а в багатьох випадках і більш) важливими є «прості» завдання, вирішення яких займає у нього значну частину часу. Перевірка перетинів елементарних балок, збір навантажень на елементи конструкції, визначення геометричних характеристик складених перетинів — ось далеко не повний перелік такого роду рутинних проектних завдань [14].

2.2.2 Вихідні дані для розрахунку каркаса

Вихідні дані для розрахунку ферми: Матеріал — С245 [4]. Профіль нижнього поясу — парні рівнополочні Кутник и. Профіль верхнього поясу — парні рівнополочні Кутник и. Профіль стійок — парні рівнополочні Кутник и. Профіль стійок - парні рівнополочні Кутник и. Проліт ферми - 18 м. Висота - 2м. Крок стійок—3,6 м. Панелі ферми - 6 шт. Вихідні дані для розрахунку колони: Матеріал - С255 [4]. Профіль - двотавр колонний; Крок колон—6м. Висота - 6,5 м.

2.2.3 Визначення матеріалу для конструкцій каркаса

Ферма:

Ферма відноситься до 2 групи сталевих конструкцій [4].

Вибір матеріалу:

Матеріал: С245 [4].

Розрахункова температура: $t_{\min} = -40^{\circ}\text{C}$, $t_{\max} = 33^{\circ}\text{C}$ [14].

Ударна в'язкість: $KCV = 29 \text{ Дж/см}^2$ [4];

Хімічний склад: вуглець(C) = 0,22%, фосфор(P) = 0,04%, сірка(S) = 0,025%% [4];

Марка сталі C245 [4]:

$$R_{yn} = 240 \text{ Н/мм}^2; R_{un} = 360 \text{ Н/мм}^2; R_y = 240 \text{ Н/мм}^2; R_u = 360 \text{ Н/мм}^2;$$

$$R_s = 0,58 \cdot R_y = 139 \text{ Н/мм}^2,$$

де R_{yn} - нормативний опір сталі за межею плинності [4];

R_{un} - нормативний опір сталі за тимчасовим опором [4];

R_y - розрахунковий опір за межею плинності [4];

R_u - розрахунковий опір за тимчасовим опором [4];

R_s - розрахунковий опір на зсув [4];

Колона:

Вибір матеріалу: Матеріал: C255 [4]. Розрахункова температура: $t_{\min} = -20^\circ\text{C}$, $t_{\max} = 34^\circ\text{C}$ (додаток Е карти 4, 5 [14]).

Ударна в'язкість: $KCV = 34 \text{ Дж/см}^2$ [4];

Хімічний склад: вуглець(C) = 0,22% , фосфор(P) = 0,04% , сірка(S) = 0,025%% [4];

Марка сталі C255 ([4]: $R_{yn} = 255 \text{ Н/мм}^2$; $R_{un} = 380 \text{ Н/мм}^2$; $R_y = 250 \text{ Н/мм}^2$; $R_u = 370 \text{ Н/мм}^2$;

$$R_s = 0,58 \cdot R_y = 145 \text{ Н/мм}^2,$$

де R_{yn} - нормативний опір сталі за межею плинності [4];

R_{un} - нормативний опір сталі за тимчасовим опором [4];

R_y - розрахунковий опір за межею плинності [4];

R_u - розрахунковий опір за тимчасовим опором [4] ;

R_s - розрахунковий опір на зсув [4].

2.2.4 Збір навантажень на ферму

Для виконання статичного розрахунку в програмному комплексі SCAD++ необхідно відобразити постійні та тимчасові навантаження, що діють на конструкцію.

Постійними навантаженнями є навантаження від власної ваги всіх конструкцій (покрівля, конструкції ферм, колон, зв'язків, стінових панелей). Власна вага конструкцій у програмному комплексі задається автоматично, коефіцієнт надійності за навантаженням прийнято 1,05 [19]. Постійне навантаження від ваги покрівлі прикладено до прогонів покриття. До колон прикладено навантаження від ваги стінових панелей.

Тимчасовими навантаженнями є кліматичні та сейсмічні впливи. Кліматичні умови району будівництва:

- сніговий район II [2];
- вітровий район III [2];
- розрахункова температура зовнішнього повітря — мінус 27°C [2];
- сейсмічність району будівництва - 7 балів [7].

Нормативне значення снігового навантаження на горизонтальну проекцію покриття за [2]:

$$S_0 = c_e c_t \mu S_g \quad (2.1)$$

$$S_0 = 0,85 \cdot 1 \cdot 1 = 0,85 \text{ кПа}$$

де $c_e = (1,2 - 0,1V\sqrt{k})(0,8 + 0,002b)$ — коефіцієнт, що враховує знесення снігу з покриттів будівель під дією вітру або інших факторів;

$k = 0,65$ - приймається за [2];

b - ширина покриття [2];

$V = 2,3$ м/с [2].

$$c_e = (1,2 - 0,1 \cdot 2,3\sqrt{0,65}) \cdot (0,8 + 0,002 \cdot 18) = 0,85 \quad (2.2)$$

Для подальшого розрахунку металевої кроквяної ферми тепличного відділення потрібно провести збір навантажень на 1м^2 покриття, виконане з сендвіч-панелей. Збір навантажень представлений у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 - Збір навантажень на покриття

п/п	Вид навантаження	Нормативне навантаження, кН/м^2	Коефіцієнт надійності за навантаженням	Розрахункове навантаження, кН/м^2
1 Постійне навантаження				
	Покрівельні сендвіч-панелі $t_{\text{листа}} = 150\text{мм};$ маса $1\text{м}^2 = 28\text{кг}$	0,28	1,0	0,28
	Разом постійне	0,28		0,28

Навантаження на прогони визначається виходячи з його вантажної площі (рисунок 2.1):

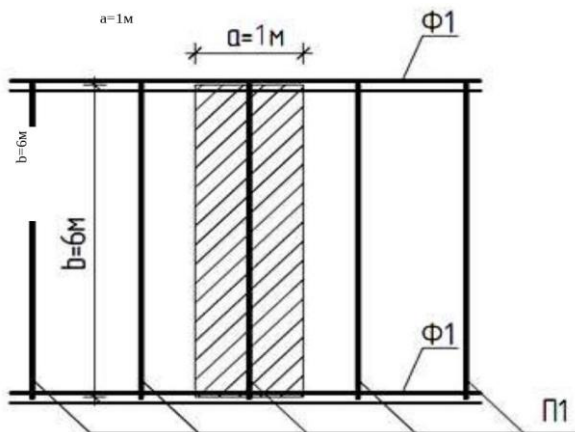


Рисунок 2.1 - Вантажна площа прогонів

Розрахунок навантаження, що діє від сендвіч-панелей на прогін: Нормативна:

$$q_{cm}^H = a \cdot b \cdot q \quad (2.3)$$

де a - ширина вантажної площі прогону, що дорівнює кроку прогонів 2 м ;

b - довжина прогону, що дорівнює кроку колон 6 м; q - нормативне значення навантаження на 1 м^2 :

$$q_{cm}^H = 1 \cdot 6 \cdot 28 = 168\text{ кг} = 0,16\text{ т};$$

Розрахункова:

$$q_{cm}^p = a \cdot b \cdot q \cdot \gamma_f$$

де a - ширина вантажної площі прогону, що дорівнює кроку прогонів 1 м ;

b - довжина прогону, що дорівнює кроку колон 6 м; q - нормативне значення навантаження на 1 м^2 ; γ_f - коефіцієнт надійності за навантаженням, що приймається [2]:

$$q_{cm}^p = 1 \cdot 6 \cdot 28 \cdot 1 = 168\text{ кг} = 0,16\text{ т}. \quad (2.4)$$

Розрахунок снігового навантаження, що діє на прогін.

Нормативне:

$$q_{cm}^H = a \cdot b \cdot q \quad (2.5)$$

де a - ширина вантажної площі прогону, що дорівнює кроку прогонів 1 м;

b - довжина прогону, що дорівнює кроку колон 6 м; q - нормативне значення снігового навантаження на 1 м^2 (див. формулу 2.1):

$$q_{cm}^H = 1 \cdot 6 \cdot 102 = 612\text{ кг} = 0,61\text{ т};$$

Розрахункове:

$$q_{cm}^p = a \cdot b \cdot q \cdot \gamma_f \quad (2.6)$$

де a - ширина вантажної площі прогону, що дорівнює кроку прогонів 1 м;

b - довжина прогону, що дорівнює кроку колон 6 м;

q - нормативне значення снігового навантаження на 1м^2 (див. формулу 2.1);

γ_f - коефіцієнт надійності за навантаженням, що приймається за [2]:

$$q_{cm}^p = 1 \cdot 6 \cdot 102 \cdot 1,4 = 857 \text{кН} = 0,86 \text{т.}$$

Перетин прогону прийнято конструктивно - швелер 20 мм (рисунок 2.2):

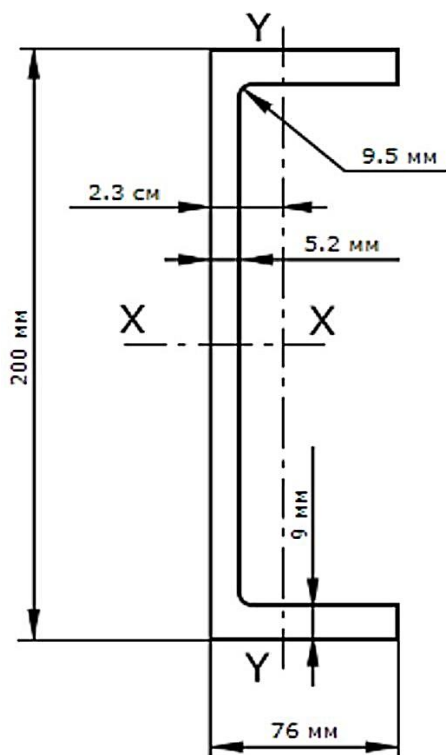


Рисунок 2.2 - Перетин прогону

Визначення ваги одного прогону, що діє на стійку ферми:

Нормативні:

$$q_{np}^H = A_{\text{пер}} \cdot l \cdot \rho \quad (2.7)$$

де $A_{\text{пер}}$ - площа перерізу прогону; l - довжина прогону, що дорівнює кроку колон 6 м; ρ - щільність сталі [4]:

$$q_{np}^H = 0,00223 \cdot 6 \cdot 7850 = 105 \text{кН} = 0,105 \text{т.}$$

Розрахункове:

$$q_{np}^p = A_{ceu} \cdot l \cdot \rho \cdot \gamma_f \quad (2.8)$$

де $A_{пер}$ — площа перерізу прогону; l — довжина прогону, що дорівнює кроку колон 6 м; ρ — щільність сталі [9]; γ_f — коефіцієнт надійності за навантаженням, що береться за [2]:

$$q_{np}^p = 0,00223 \cdot 6 \cdot 7850 \cdot 1,05 = 110 \text{ кН} = 0,11 \text{ т.}$$

Визначення навантаження, що діє на одну стійку ферми:
Нормативне навантаження:

$$q_{сум}^H = \sum q_{констр}^H \quad (2.9)$$

Де $q_{констр.}^H$ - нормативне значення навантажень, що діють на вищерозташовані конструкції.

$$q_{сум}^H = 0,16 + 0,61 + 0,1 = 0,87 \text{ т.}$$

Розрахункове навантаження:

$$q_{сум}^p = \sum q_{констр}^p \quad (2.10)$$

де $q_{констр.}^p$ - розрахункове значення навантажень, що діють на вищерозташовані конструкції.

$$q_{сум}^p = 0,16 + 0,86 + 0,1 = 1,12 \text{ т}$$

Вітрове навантаження.

Вітрове навантаження обчислюється відповідно до [2].

Нормативне значення середньої складової вітрового навантаження w визначається як сума середньої та пульсаційної складових за [2]:

$$w = w_m + w_p \quad (2.11)$$

Нормативне значення середньої складової:

$$w_m = w_0 \cdot k(z_e) \cdot c \quad (2.12)$$

де w_0 - нормативне значення вітрового тиску [2];

$k(z)$ - коефіцієнт, що враховує зміну вітрового тиску для висотиз [2];

c - аеродинамічний коефіцієнт [2].

$$w_0 = 38 \text{ кг/м}^2$$

$$k(z_e) = 0,65$$

Пульсаційна складова - задається програмно. Вітрове навантаження дорівнює:

$$w_m = 38 \cdot 1 \cdot 11 \text{ м} = 38 \text{ кг/м}$$

Аеродинамічні коефіцієнти для огорожувальних конструкцій прийняті відповідно до [2].

2.2.5 Сума навантажень на колону

Сталева колона К1 є центрально-стиснутою, оскільки конструкції покриття спираються на колону з двох боків. (рисунок 2.3).

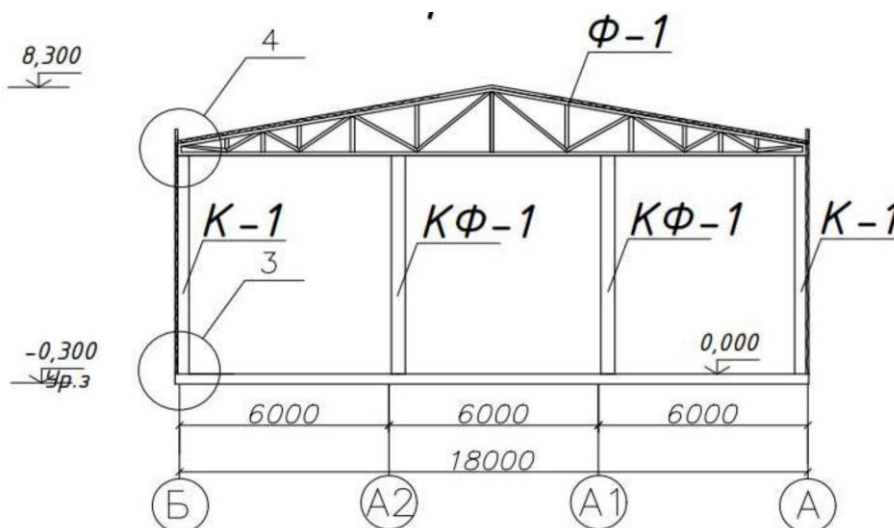


Рисунок 2.3 - Розріз будівлі 2-2

Колона передає навантаження на фундамент, отже, на неї діють усі навантаження від вищерозташованих конструкцій. Вантажна площа колони показана на рисунку 2.4.

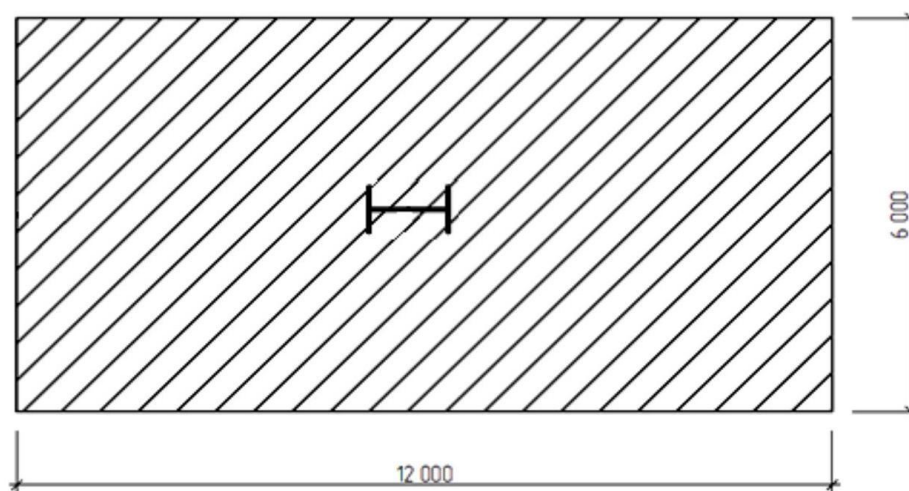


Рисунок 2.4 - Вантажна площа колони

Довжина вантажної площі дорівнює половині прольоту ферми 12 м. Ширина вантажної площі дорівнює кроку колон 6 м. Сума навантажень, що діють на колону, представлена в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 - Сума навантажень на колону

П/п	Вид навантаження	Нормативне навантаження, кН/м^2	Коефіцієнт надійності за навантаженням	Розрахункове навантаження, кН/м^2
1 Постійне навантаження				
	Покрівельні сендвіч-панелі: $T_{\text{покртг}} = 150\text{мм};$ $S_{\text{покр.}} = 108\text{м}^2;$ Маса $1\text{м}^2 = 28\text{ кг}$ $m_{\text{заг}} = 108 \cdot 28 = 3024$	30,24	1,0	30,24
	- сталеві прогони для листів покриття: (швелер 20 мм) $m = 118\text{кг}$; кількість — 20 шт. $m_{\text{заг.}} = 118 \cdot 20 = 2360$	23,6	1,05	24,78
	Разом постійна	53,84		55,02
2 Тимчасове навантаження				
	Снігове навантаження $S_{\text{покр.}} = 108\text{м}^2;$ Навантаження на $1\text{м}^2 = 102\text{ кг};$ $q_{\text{сніг}} = 108 \cdot 102 = 11016\text{ кг} = 11,02\text{ т.}$	110,2	1,4	154,28
	Бічне вітрове навантаження Навантаження на $1\text{м}^2 = 38\text{ кг}$ $q_{\text{вітер}} = 74,7 \cdot 38 =$	28	1,4	39,2
	Разом тимчасове	138,2		193,48

Навантаження від прогонів покриття:

Нормативна (див. формулу 2.7):

$$q_{np}^H = A_{\text{пер}} \cdot l \cdot \rho \cdot n = 0,00223 \cdot 6 \cdot 7850 \cdot 20 = 2,46\text{т}$$

де $A_{\text{пер}}$ — площа перерізу прогону;

l — довжина прогону, що дорівнює кроку колон 6 м;

ρ — щільність сталі [9]), n — кількість прогонів.

Розрахункова (див. формулу 2.8):

$$q_{np}^p = A_{\text{пер}} \cdot l \cdot \rho \cdot \gamma_f \cdot n = 0,00209 \cdot 6 \cdot 7850 \cdot 1,05 \cdot 25 = 2,58\text{т.}$$

Де $A_{\text{пер}}$ - площа перерізу прогону; l - довжина прогону, що дорівнює кроку колон 6м;

ρ - щільність сталі [9];

γ_f - коефіцієнт надійності за навантаженням, що приймається за [2], n - кількість прогонів.

2.3 Розрахунок каркаса та підбір перерізів у програмному комплексі

2.3.1 Розрахунок сталеві кроквяної ферми та підбір перерізів конструктивних елементів

Розрахунок виконано за допомогою проєктно-обчислювального комплексу SCAD++. В основу розрахунку покладено метод кінцевих елементів з використанням у якості основних невідомих переміщень та поворотів вузлів розрахункової схеми. У зв'язку з цим ідеалізація конструкції виконана у формі, пристосованій до використання цього методу, а саме: система представлена у вигляді набору тіл стандартного типу (стрижнів), що називаються кінцевими елементами.

Тип кінцевого елемента визначається його геометричною формою, правилами, що визначають залежність між переміщеннями вузлів кінцевого елемента та в и вузлів системи, фізичним законом, що визначає залежність між

внутрішніми зусиллями та внутрішніми переміщеннями, і набором параметрів (жорсткостей), що входять до опису цього закону.

Задавання навантажень на елементи кроквяної ферми: Навантаження від вищерозташованих конструкцій передається на елементи кроквяної ферми через кроквяні прогони (див. рисунок 2.2). Усі значення навантажень задаються в тоннах.

Розрахунок проводиться для найбільш навантаженої центральної ділянки. На рисунку 2.6 представлено призначення навантаження від власної ваги конструкції:

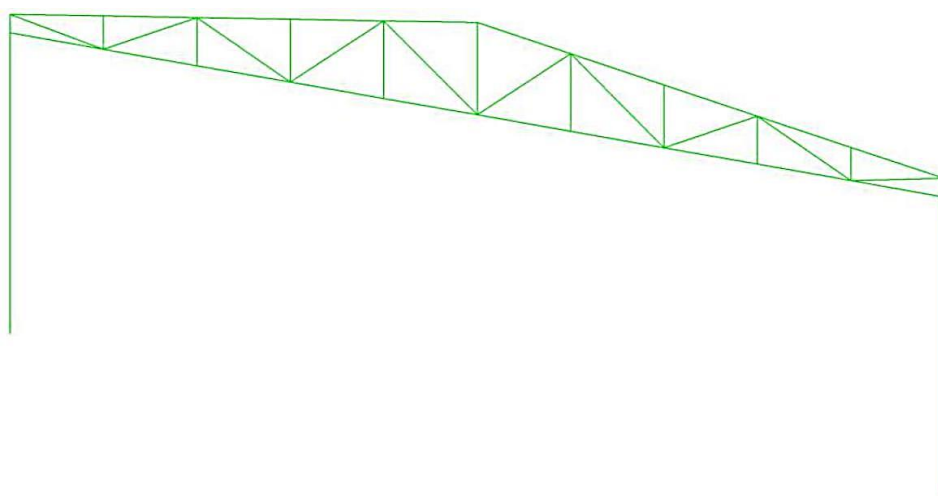


Рисунок 2.5 - Дія навантаження від власної ваги ферми

На рисунку 2.7 представлено завдання навантаження від прогонів:

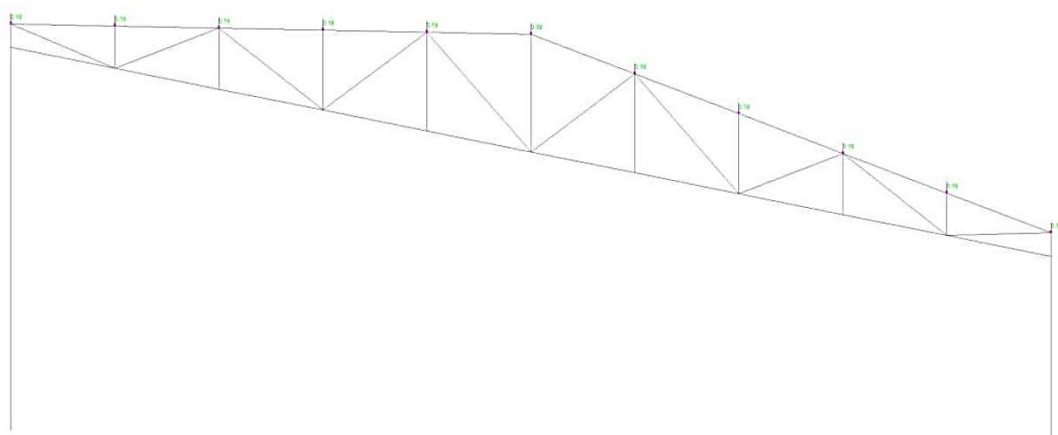


Рисунок 2.6 - Дія навантаження від прогонів

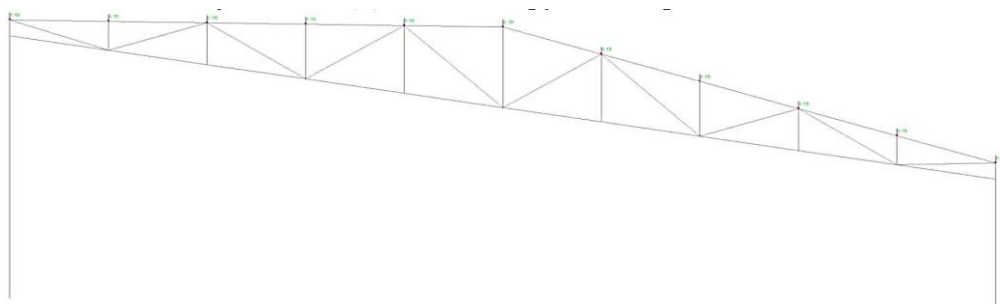


Рисунок 2.7 - Дія навантаження від покрівельних сендвіч-панелей

Навантаження від покрівельних сендвіч-панелей показано на рисунку 2.7. Снігове та вітрове навантаження враховано під час формування розрахункових комбінацій.

Снігове та вітрове навантаження враховано під час формування розрахункових комбінацій.

Таблиця 2.3 - Навантаження та комбінації навантажень

Навантаження	
Омер	Назва
1	Власна вага
2	Вага прогонів
3	Вага покрівельних сендвіч-панелей
4	Снігове навантаження
5	Вітрове навантаження
Комбінації навантажень	
Н омер	Формула
С 1	$(L1) * 0.95 + (L2) * 0.8$
С 2	$(L1) * 0.95 + (L3) * 0.95$
С 3	$(L1) * 0.95 + (L4) * 0.7$
С 4	$(L1) * 0.95 + (L5) * 1$
С 5	$(L1) * 0.95 + (L2) * 0.8 + (L3) * 0.95 + (L4) * 0.7 + (L5) * 1$

Результати розрахунку.

Після задавання всіх необхідних навантажень на конструкцію кроквяної ферми та проведення розрахунків у програмі SCAD++, програмний комплекс виводить графічне зображення переміщень конструктивних елементів ферми (рисунок 2.8):

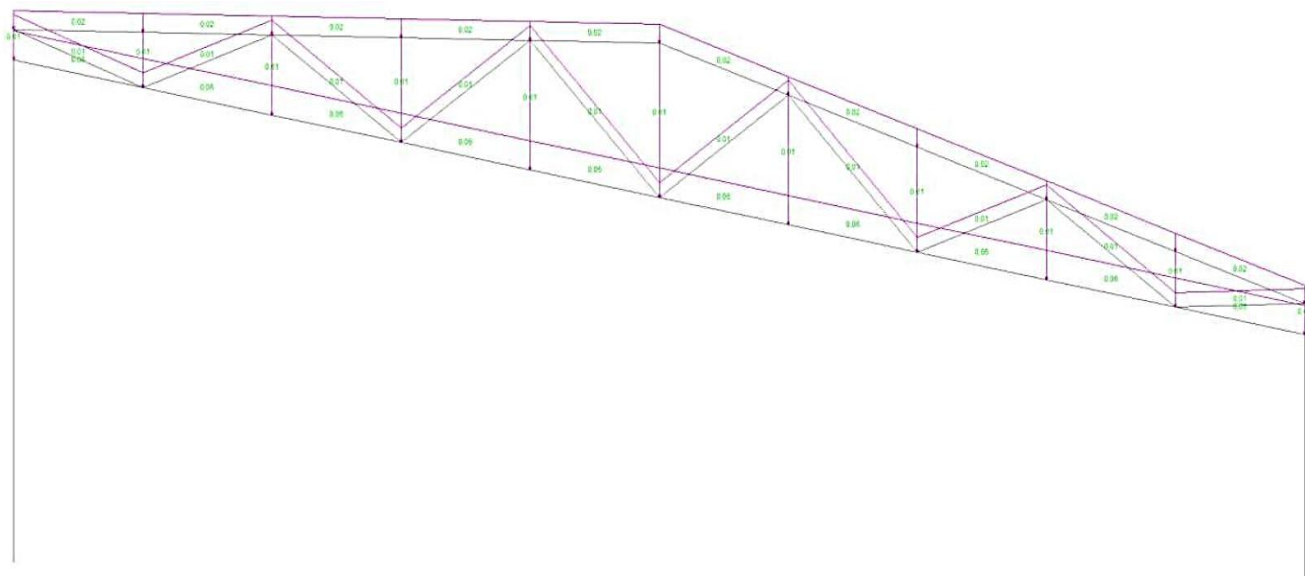


Рисунок 2.8 - Графічне відображення переміщень елементів ферми

Надалі програмне забезпечення будує епюри, необхідні для розрахунку підбору перерізів елементів ферми.

Епюра поздовжніх зусиль $N(\text{кН})$ від розрахункового поєднання навантажень представлена на рисунку 2.9.

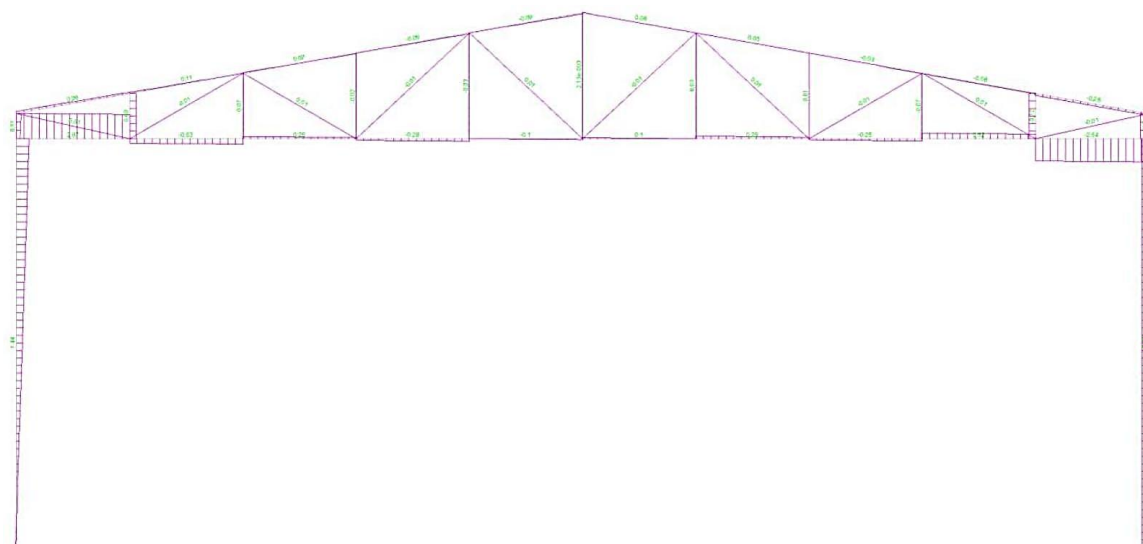


Рисунок 2.9 - Епюра поздовжніх зусиль N , кН

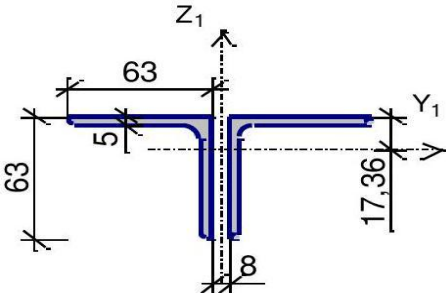
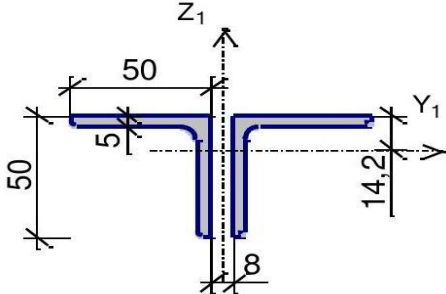
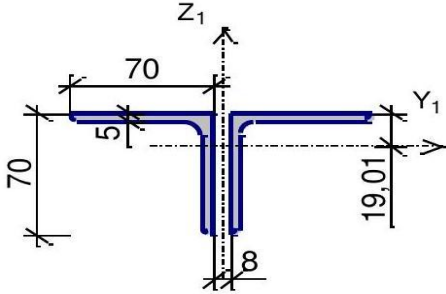
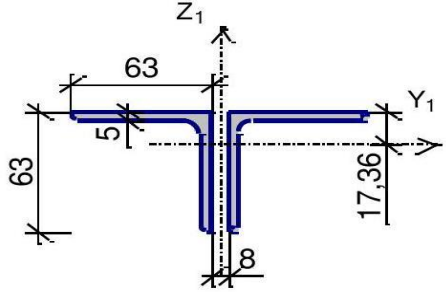
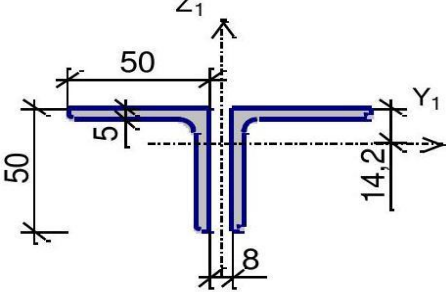
Після побудови всіх необхідних епюр програма SCAD++ здійснює підбір перерізів елементів ферми. Схема розташування елементів ферми представлена у таблиці 2.4:

Результат підбору перерізів елементів ферми представлено в таблиці 2.4.

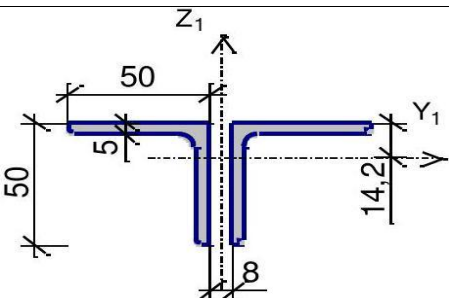
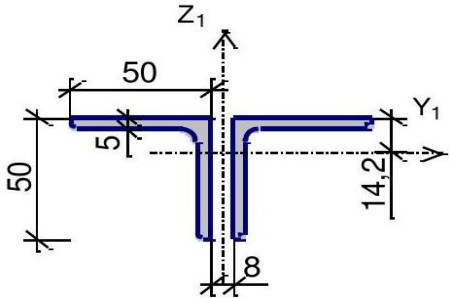
Таблиця 2.4 - Результати підбору перерізів елементів ферми

п/п	Назва елемента	Перетин	Профіль
1	2	3	4
3	Нижній пояс		Кутник рівнополочний L180x11
4	Верхній пояс		Кутник рівнополочний L180x11

Продовження таблиці 2.4

1	2	3	4
5	Крайня стійка		Кутник рівнополочний L63x5
6	Поперечина		Кутник рівнополочний L50x5
7	Стійка		Кутник рівнополочний L70x5
8	Поперечина		Кутник рівнополочний L63 × 5
9	Стійка		Кутник рівнополочний L50x5

Завершення таблиці 2.4

1	2	3	4
0	Поперечина		Кутник рівнополочний L50x5
1	Стійка		Кутник рівнополочний L50x5

Результатом перевірки перерізів на міцність, стійкість і жорсткість є експертна колірна схема, сформована в програмному комплексі SCAD++ (рисунок 2.10). Зелений колір індикатора свідчить про те, що конструктивні елементи даних перерізів (див. таблицю 2.4) є оптимальними і відповідають усім необхідним умовам перевірки:

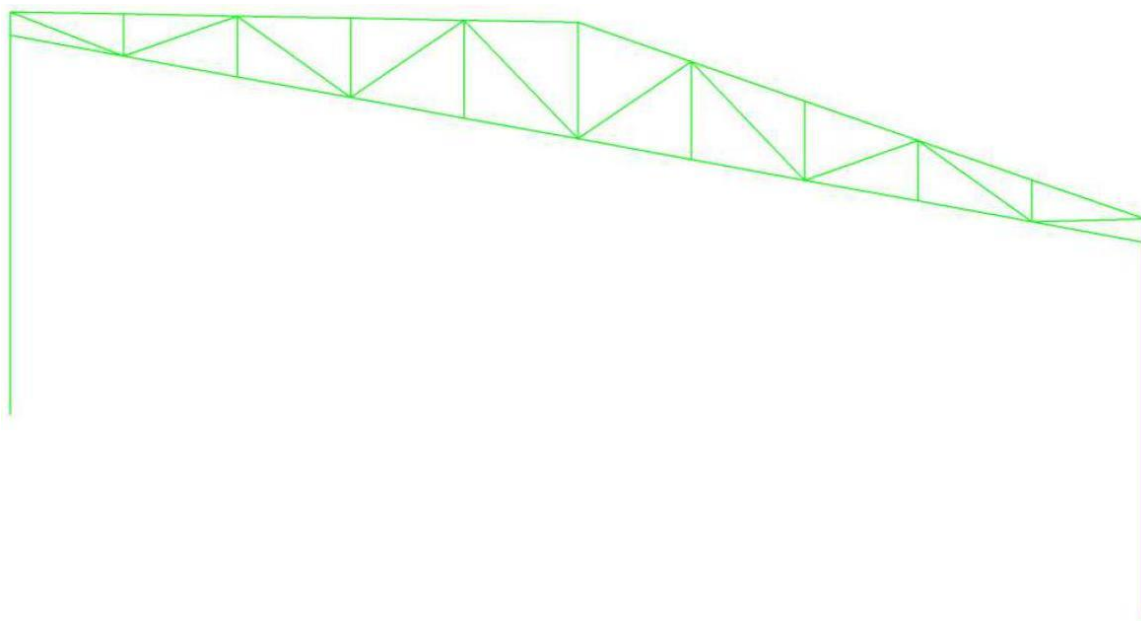


Рисунок 2.10 - Результат експертизи конструктивних елементів ферми

Висновок: підібрані профілі та їхні перерізи конструктивних елементів ферми мають такі характеристики, як: міцність, жорсткість і стійкість конструкції кроквяної ферми в період експлуатації.

2.3.2 Розрахунок сталевих колони та підбір перерізів конструктивних елементів

Розрахунок стійки колони проводиться в програмному комплексі SCAD у програмі Кристал. Для проведення розрахунку необхідно задати довжину колони (). Довжина елемента становить 6,5 м.

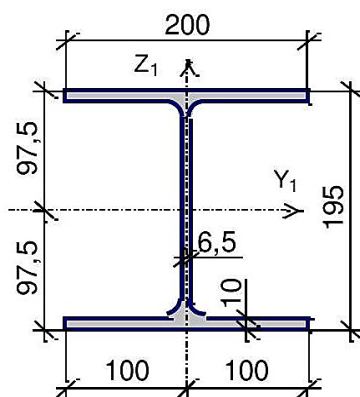


Рисунок 2.11 - Перетин профілю 20K2

Геометричні характеристики профілю 20K2 наведено в таблиці 2.5

Таблиця 2.5 - Геометричні характеристики профілю 20K2

Позначення	Параметр	Значення	Одиниці вимірювання
A	Площа поперечного перерізу	59,7	см ²
α	Кут нахилу головних осей інерції	0	град
y	Момент інерції відносно центральної осі Y1, паралельної осі Y	15340	см ⁴
y	Радіус інерції відносно осі Y1	50,7	см
v	Мінімальний момент інерції		см ⁴
v	Мінімальний радіус інерції		см
P	Периметр		см

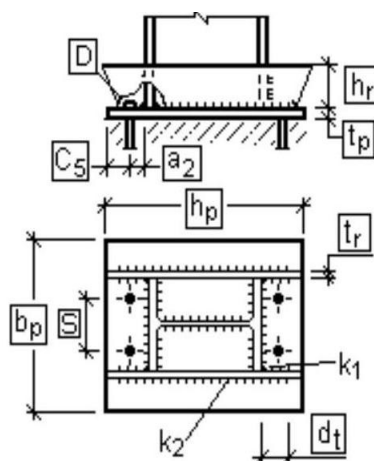
Після задавання всіх необхідних параметрів елемента програмний комплекс проводить процес підбору перерізу та перевірок, необхідних для підтвердження нормальної експлуатації конструкції в даних умовах (таблиця 2.6).

Таблиця 2.6 - Результати перевірок

Перевірка	Коефіцієнт використання
Міцність при дії згинального моменту M_y	0,34
Міцність при дії поперечної сили Q_z	0,08
Міцність при спільній дії поздовжньої сили та згинальних моментів з урахуванням пластичності	0,32
Міцність за наведеними напруженнями при одночасній дії згинального моменту та поперечної сили	0,27
Стійкість плоскої форми згину	0,37
Гранична гнучкість у площині XOY	0,43
Гранична гнучкість у площині XOZ	0,25

Розрахунок і підбір перерізів конструктивних елементів основи колони виконано в програмному комплексі SCAD у програмі Комета-2.

Результати підбору геометричних перерізів елементів основи колони наведено на рисунку 2.7:



Болти анкерні діаметром 32 зі сталі Ст3пс4, $h_p = 360$ мм, $d_p = 360$ мм, $t_p = 20$ мм, $h_r = 180$ мм, $d = 80$ мм, $t_r = 12$ мм, $S = 255$ мм, $C = 40$ мм, $a_2 = 40$ мм, $k_1 = 6$ мм, $k_2 = 7$ мм.

Рисунок 2.7 - Геометричні параметри елементів основи колони

Висновок: підібрані профілі забезпечують міцність, жорсткість і стійкість конструкції кроквяної ферми в період експлуатації.

РОЗДІЛ 3

ОСНОВИ ТА ФУНДАМЕНТИ

3.1 Оцінка інженерно-геологічних умов

Будівельний майданчик має рівний рельєф з абсолютною відміткою 420 (рисунок 3.1).

Ґрунт складається з таких шарів:

1-й шар: суглинок, товщиною 1 м

- густина ґрунту $\rho = 1,88 \text{ т/м}^3$;
- щільністю твердих частинок ґрунту $\rho_s = 2,71 \text{ т/т}^3$;
- вологість ґрунту $\omega = 0,28$;
- вологість на межі розкочування $\omega_p = 0,25$;
- вологість на межі плинності $\omega_L = 0,36$.

2-й шар: глина, товщиною 1,5 м

- густиною ґрунту $\rho = 1,96 \text{ т/м}^3$
- щільністю твердих частинок ґрунту $\rho_s = 2,71 \text{ т/м}^3$
- вологістю ґрунту $\omega = 0,25$;
- вологість на межі розкочування $\omega_p = 0,27$;
- вологість на межі текучості $\omega_L = 0,38$.

3-й шар: аргіліт

- щільністю ґрунту $\rho = 2,16 \text{ т/м}^3$

Суглинок — це пісок з домішками глини. Як правило, її об'єм не перевищує навіть третини від загального об'єму ґрунту.

Глина - дрібнозерниста осадова гірська порода, пилоподібна в сухому стані, пластична при зволоженні.

Аргіліт — тверда, кам'яниста глиниста гірська порода, що утворилася в результаті ущільнення, дегідратації та цементації глин під час діагенезу та епігенезу.

Інженерно-геотехнічний розріз

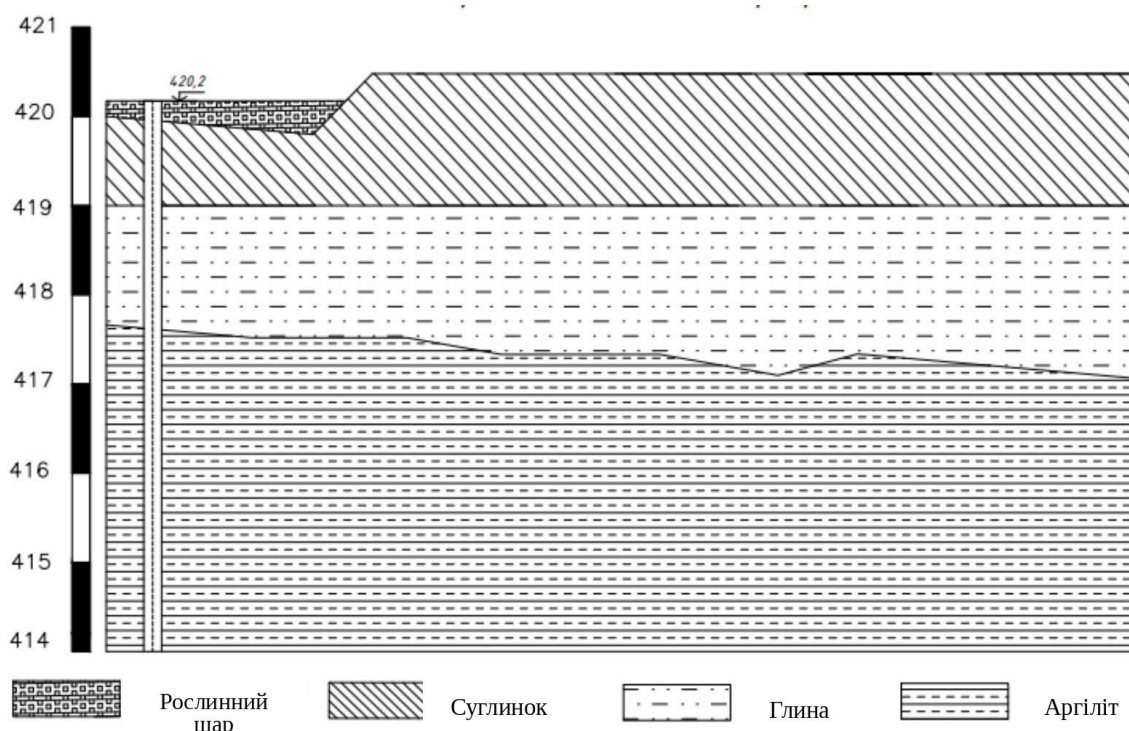


Рисунок 3.1 - Інженерно-геотехнічний розріз

Додаткові характеристики ґрунтів наведено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 - Характеристики ґрунтів

Назва	Коефіцієнт пористості E	Питоме зчеплення C_n МПа	Кут внутрішнього тертя j_n град	Модуль деформації E , МПа
Глина	1,25	0,054	23	21

Коефіцієнт пористості глини:

$$\rho_d = \frac{\rho}{1 + \omega}$$

$$\rho_d = \frac{1,96}{1 + 0,25} = 1,56 \text{ Т/М}^3$$

$$e = \frac{\rho_s - \rho_d}{\rho_d}$$

$$e = \frac{2,71 - 1,56}{1,56} = 0,73$$

Показник текучості суглинку:

$$I_L = \frac{W - W_P}{W_L - W_P} I_L = \frac{0,25 - 0,27}{0,38 - 0,27} = 0,18$$

3.2 Сума навантажень на фундамент

Таблиця 3.2 - Сума навантажень на фундамент

№ поз.	Вид навантаження	Коефіцієнт надійності за навантаженням γ_f	Розрахункове навантаження, т
1	Постійна:		
	- сталева ферма 18 м: $m = 2600 \text{ кг} = 2,6 \text{ тонни}$; кількість — 6; $q = 2,6 = 2,6 \text{ т.}$	1,05 (таблиця 7.1 [19])	2,73
2	- покриття, виконане з металевого настилу: $t_{\text{листа}} = 150 \text{ мм}$; $S_{\text{покр.}} = 108 \text{ м}^2$; Маса $1 \text{ м}^2 = 28 \text{ кг}$ $m_{\text{оби}} = 108 \cdot 28 = 3024 \text{ кг} = 3,025 \text{ т.}$	1,0 (таблиця 7.1 [19])	3,025
3	- сталеві прогони для листів покриття: (Швелер 20 мм) $m = 118 \text{ кг}$; кількість — 20 шт. $m_{\text{общ.}} = 118 \cdot 20 = 2360 \text{ кг} = 2,360 \text{ т.}$	1,05 (таблиця 7.1 [19])	2,48
Разом постійної:			8,23
Тимчасова:			
1	-снігова: $D_{\text{покр.}} = 108 \text{ м}^2$; Навантаження на $1 \text{ м}^2 = 102 \text{ кг}$; $q_{\text{снєгльва}} = 108 \cdot 102 = 12960 \text{ кг} = 12,960 \text{ т.}$	1,2 (таблиця 7.1 [19])	15,55
Разом тимчасове:			15,55
Разом постійна та тимчасова:			23,79

Визначення навантаження на фундамент від власної ваги колони:

-колонна сталева:

$$h_{\text{колони}} = 6,5 \text{ м};$$

$$S_{\text{пер}} = 0,02 \text{ м}^2;$$

$$m_{\text{колони}} = 305 \text{ кг} = 0,3 \text{ т};$$

$$m_{\text{к.с коеф.н}} = 0,3 \cdot 1,05 = 0,315 \text{ т.}$$

Проводимо перерахунок навантаження з тонн у кН:

$$N = q_{\text{расч}} \cdot q, \quad (3.1)$$

де $q_{\text{роз}}$ - розрахункове навантаження на фундамент (т/м), визначається за формулою: $q_{\text{роз}} + q_{\text{покрття}}$, l - прискорення вільного падіння, яке дорівнює 9,8. У розрахунку приймаємо $10 \text{ (м/с}^2\text{)}$.

$$N = (0,315 + 23,79) \cdot 10 = 241 \text{ кН}$$

3.3 Розрахунок стовпчастого фундаменту

Обґрунтування глибини закладення фундаменту. Для цеху приймаємо незаглиблений стовпчастий фундамент, оскільки не передбачається влаштування підвалу.

Визначаємо попередньо площу основи фундаменту. Попередні розміри фундаменту визначаємо за [25]:

$$A = \frac{N}{R_0 - \gamma \cdot d}, \quad (3.2)$$

N - вертикальне навантаження від колони, рівне 241 кН (п.3.1);

d - глибина закладення фундаменту;

γ - середнє значення питомої ваги фундаменту та ґрунту на його обрізах, попередньо прийняте $\gamma = 20 \text{ кН/м}^3$;

R_0 - розрахунковий опір ґрунту, призначений для попереднього розрахунку [2].

$$A = \frac{241}{170 - 20 \cdot 1,5} = 1,7 \text{ м}^2$$

Оскільки фундамент є позацентрово стиснутим, то отримане значення площі множимо на , тоді . За [25] приймаємо фундамент збірного типу з підшоною (рисунки 3.2, 3.3).

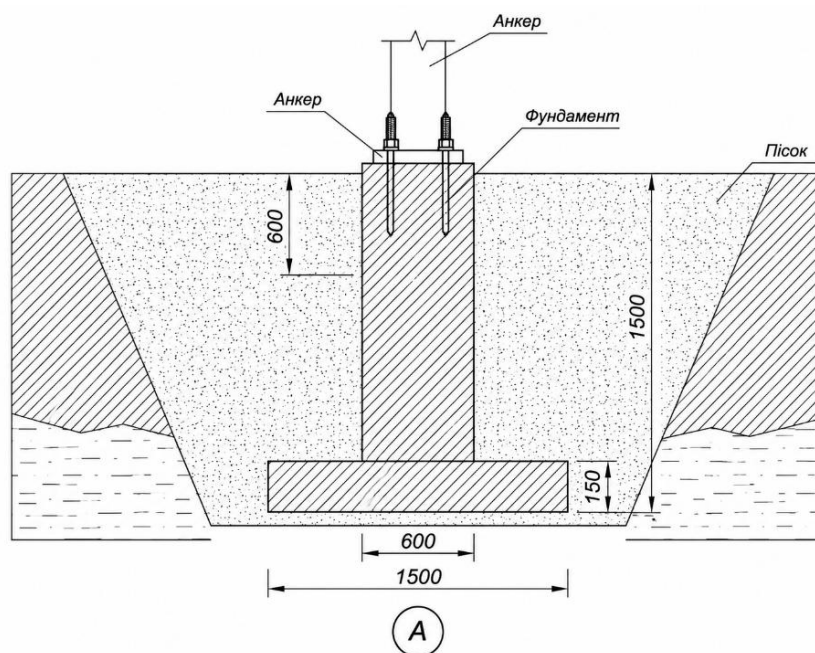


Рисунок 3.2 - Геометричні параметри стовпчастого фундаменту

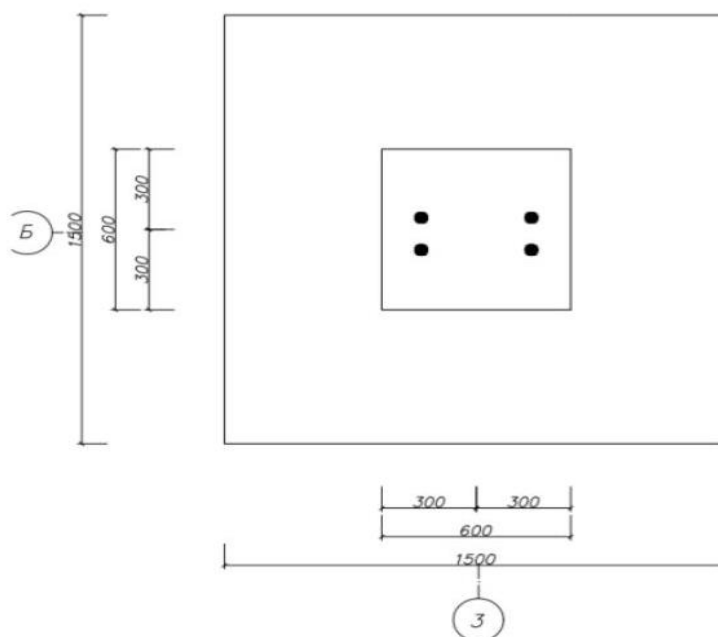


Рисунок 3.3 - Геометричні параметри стовпчастого фундаменту

Для суглинку з коефіцієнтом пористості $e = 0,73$, екстраполюючи за [25], знаходимо $\varphi_n = 19^\circ$ за $C_n = 0,054$ МПа за [25] знаходимо значення характеристик:

$$M_g = 0,47$$

$$M_q = 2,89$$

$$M_c = 5,48$$

$$\text{Співвідношення } L/H = 30/8,6 = 3,6.$$

За [25] визначаємо значення $\gamma_{c1} = 1$ та значення $\gamma_{c2} = 1,2$. Оскільки q_{II} та c_{II} визначили опосередковано, приймаємо $k = 1,1$.

Визначення розрахункового опору ґрунту фундаменту.

$$R = \frac{\gamma_{c1} \cdot \gamma_{c2}}{k} \cdot (M_\gamma \cdot k_z \cdot b \cdot \gamma_{II} + M_q \cdot d_1 \cdot \gamma'_{II} + (M_q - 1) \cdot d_b \cdot \gamma'_{II} + M_c \cdot c_{II}), \quad (3.3)$$

де γ_{c1}, γ_{c2} — коефіцієнти умов роботи відповідно ґрунтового фундаменту та будівлі або споруди у взаємодії з фундаментом;

k - коефіцієнт ($k = 1,1$, якщо характеристики φ_{II} та c_{II} отримані за непрямыми даними); M_γ, M_q, M_c - безрозмірні коефіцієнти, що залежать від кута внутрішнього тертя;

k_z - коефіцієнт, що приймається за 1;

b - менша ширина (сторона) підшви фундаменту;

$\beta \gamma_{II}$ - коефіцієнт, що враховує меншу питому вагу ґрунту, порівняно з питомою вагою матеріалу фундаменту γ_m (у практичних розрахунках приймають $\beta \gamma_m = 20 \text{ кН/м}^3$);

d_1 - глибина закладення фундаменту;

c_{II} - розрахункове питоме зчеплення ґрунту;

$$R = \frac{1,1 \cdot 1,2}{1,1} \cdot (0,47 \cdot 1 \cdot 1,5 \cdot 4,2 + 2,89 \cdot 1,5 \cdot 4,2 + 5,48 \cdot 5,4) = 123 \text{ кПа}$$

Визначення ваги фундаменту:

$$G_f = 1,5 \cdot 1,5 \cdot 0,3 + 0,6 \cdot 0,6 \cdot 1,2 = 1,02 \text{ кН}$$

Визначення середнього тиску під підшвою фундаменту:

$$p_{cp} = \frac{N}{A} \quad (3.4)$$

$$p_{cp} = \frac{241 + 1,02}{1,5 \cdot 1,5} = 107 \text{ МПа}$$

Умова: $107\text{МПа} < 123\text{МПа}$

Умова $p_{cp} \leq R$ виконується. Отже, остаточно приймаємо для фундаменту під колону стовпчастий фундамент розміром $1,5 \times 1,5$ м з висотою 1,5 м . Бетон класу В25 приймаємо як матеріал для фундаменту.

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ

Проектована будівля цеху повністю з металевого каркаса. Збірний стовпчастий фундамент. Сходові марші та майданчики збірні. Дах скатний із сендвіч-панелей.

Основними процесами в будівництві є влаштування стовпчастого фундаменту, влаштування внутрішніх стін з цегли та монтаж металевого каркаса.

4.1 Загальні положення

Отже [14] організація та виконання будівельних робіт повинні здійснюватися з дотриманням законодавства про охорону праці.

Охорону праці для працівників організацій слід розробляти на основі міжгалузевих та галузевих типових інструкцій з охорони праці з урахуванням вимог безпеки, викладених в експлуатаційній та ремонтній документації організацій-виробників обладнання, а також у проєктах виконання робіт для найбільш характерних умов виконання робіт.

Відповідальними за стан техніки безпеки є [14] майстри та виконроби в межах доручених їм ділянок роботи. Керівництво охороною праці, її забезпечення та відповідальність за її стан покладаються на головних інженерів і начальників будівельних майданчиків, а також на спеціально призначених працівників служби техніки безпеки.

Інженерно-технічним працівникам доручено не тільки забезпечувати безпечну організацію виробництва, навчання та постачання робітників спецодягом і засобами індивідуального захисту, але й здійснювати контроль за застосуванням та правильним використанням спецодягу та захисних пристосувань, за дотриманням правил техніки безпеки.

Громадський контроль за охороною праці на будівництвах здійснюють професійні спілки через комісії профспілкових організацій та громадських інспекторів.

4.2 Забезпечення пожежної безпеки

На території будівельного майданчика площею 1,5 га і більше має бути не менше двох в'їздів з протилежних сторін майданчика. Дороги повинні мати покриття, придатне для проїзду пожежних автомобілів у будь-яку пору року, ширина проїздів не менше 6 м. Ворота для в'їзду повинні мати ширину не менше 6 м.

Протипожежне обладнання повинно утримуватися в справному, працездатному стані. Проходи до протипожежного обладнання повинні бути завжди вільними та позначені відповідними знаками.

Біля в'їзду на будівельний майданчик вивішуються схеми розміщення будівель, складів, місць розташування джерел води, засобів пожежогасіння та зв'язку, схема мережі доріг.

Дороги вздовж будівель при ширині будівлі понад 100 м повинні бути з усіх боків будівлі.

Відстань між побутівками, від огорожі до дороги та від огорожі до інших споруд повинна становити не менше 2 м.

Горючі будівельні матеріали повинні розміщуватися в штабелях або групами площею не більше 100 м^2 . Відстань між штабелями та будівлями повинна становити не менше 24 м.

Застосування відкритого вогню (зварювання та ін.) у приміщеннях, де ведуться роботи з використанням горючих речовин (фарби, лаки, мастики тощо), категорично забороняється.

До початку основних будівельних робіт на будівельному майданчику має бути забезпечено: протипожежне водопостачання від пожежних гідрантів на водопровідній мережі; або від резервуарів води (водойм).

Внутрішній пожежний водопровід та автоматичні системи пожежогасіння необхідно монтувати одночасно зі зведенням будівлі.

Протипожежний водопровід повинен бути введений в дію до початку оздоблювальних робіт.

Автоматичні системи пожежогасіння та сигналізації вводяться в дію до моменту початку пусконаладжувальних робіт у системах вентиляції, електропостачання, ліфтового обладнання тощо.

4.3 Техніка безпеки при монтажі металоконструкцій

Роботи з монтажу металоконструкцій виконуються відповідно до ППР. Керівництво монтажем металоконструкцій доручають досвідченому інженерно-технічному працівнику — виконавцю робіт або майстру, який добре знає специфіку виконання цих робіт.

Перед початком роботи монтажна площадка (монтажна зона) повинна бути огорожена. Для виконання робіт на висоті понад 1,5 м у разі неможливості або недоцільності влаштування настилів з огороженням робочі місця монтажників забезпечують страхувальними ремнями, якими вони повинні міцно закріпитися за надійні конструкції (місця кріплення карабінів страхувальних ременів вказуються керівником підйому — майстром або виконробом).

Незалежно від характеру виконуваних робіт усі робітники, які беруть участь у монтажних роботах, повинні носити каски, що захищають від травм при падінні предметів з верхніх монтажних горизонтів. На будівельному майданчику та в будівлі або споруді, що монтується, повинні бути попереджувальні написи, виділені небезпечні зони, отвори огорожені, а робочі місця під час виконання робіт у вечірній та нічний час достатньо освітлені. Неодмінними умовами безпечного виконання монтажних робіт є правильна експлуатація монтажних кранів, що забезпечує їх стійкість, а також надійність вантажозахоплювальних пристроїв. Для надання необхідної стійкості монтажний кран встановлюється на надійну і ретельно вивірену основу. Крани на рейковому ході повинні мати

протиугінні пристрої, автоматичний пристрій для обмеження вантажопідйомності, його сталеві канати слід періодично перевіряти. Необхідно також виконувати інші заходи, передбачені правилами та вказівками інструкцій з експлуатації монтажних кранів. Відповідно до чинних норм стропи, захвати та інші такелажні пристосування періодично випробовують і, за необхідності, вибраковують.

4.4 Техніка безпеки при виконанні каменних робіт

Виконувати цегляну кладку муляр повинен тільки з підмостків, не стаючи на стіну.

Працювати на стіні (стояти на внутрішній стороні) можна в тому випадку, якщо товщина стіни дорівнює трьом цеглинам і більше; при цьому слід обов'язково застосовувати запобіжні пояси та прив'язуватися до стійких конструкцій.

Риштування треба встановлювати на очищені вирівняні поверхні. Особливу увагу слід приділяти опорі стійок трубчастих риштувань на ґрунт. Для рівномірного розподілу тиску під стійки перпендикулярно зводимій стіні укладають дерев'яні підкладки (одна підкладка під дві стійки).

Кладку будь-якого ярусу стін виконують так, щоб рівень її після кожного перемішування був на 15 см вище робочого настилу.

Одночасно з кладкою стін у віконні прорізи слід встановлювати готові віконні блоки. У тих випадках, коли в процесі кладки дверні та віконні прорізи не заповнюють готовими блоками, прорізи необхідно закривати інвентарними огорожами.

При кладці стін з внутрішніх підмостків треба по всьому периметру будівлі влаштовувати зовнішні інвентарні захисні козирки у вигляді настилу на кронштейнах, що навішуються на сталеві гаки, які закладають у кладку в міру її зведення.

Без влаштування захисних козирків можна вести кладку стін будівель висотою не більше 7 м, але при цьому на землі по периметру будівель треба влаштовувати огорожі на відстані не менше 1,5 м від стіни.

4.5 Техніка безпеки при ручному зварюванні

В електрозварювальних апаратах і джерелах їх живлення елементи, що знаходяться під напругою, повинні бути закриті огорожувальними пристроями.

Електродотримачі, що застосовуються при ручному дуговому електрозварюванні металевими електродами.

Електрозварювальна установка (перетворювач, зварювальний трансформатор тощо) повинна приєднуватися до джерела живлення через рубильник і запобіжники або автоматичний вимикач, а при напрузі холостого ходу понад 70 В має застосовуватися автоматичне відключення зварювального трансформатора.

Металеві частини електрозварювального обладнання, що не знаходяться під напругою, а також вироби та конструкції, що зварюються, на весь час зварювання повинні бути заземлені, а у зварювального трансформатора, крім того, заземлюючий болт корпусу повинен бути з'єднаний із затискачем вторинної обмотки, до якого підключається зворотний провід.

В якості зворотного проводу або його елементів можуть бути використані сталеві шини та конструкції, якщо їх перетин забезпечує безпечний за умовами нагрівання протікання зварювального струму.

З'єднання між собою окремих елементів, що застосовуються як зворотний провід, має бути надійним і виконуватися на болтах, затискачах або зварюванням.

Забороняється використовувати дроти мережі заземлення, труби санітарно-технічних мереж (водопровід, газопровід тощо), металеві конструкції будівель, технологічне обладнання як зворотний дріт електрозварювання.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У бакалаврській кваліфікаційній роботі розроблено проєкт м'ясопереробного цеху, призначеного для приймання, підготовки, перероблення та пакування м'ясної сировини. Прийняті рішення враховують технологічну послідовність виробничих операцій, вимоги до санітарного стану приміщень, організації праці персоналу, надійності несучих конструкцій і безпечної експлуатації об'єкта.

Мету роботи досягнуто шляхом розроблення генерального плану, архітектурно-планувальних і конструктивних рішень м'ясопереробного цеху, опрацювання технологічного процесу, виконання теплотехнічних розрахунків огорожувальних конструкцій, проєктування стовпчастого фундаменту та розроблення заходів з охорони праці й пожежної безпеки.

Будівельний майданчик розташований у місті Глобине. Генеральним планом передбачено розміщення виробничої будівлі у складі виробничої території з адміністративно-побутовим корпусом, складами, слюсарною майстернею, постом охорони, технічними спорудами, автостоянкою, внутрішніми проїздами та зонами озеленення. Раціональна організація території забезпечує зручний рух вантажного й легкового транспорту, доступ до виробничих та допоміжних будівель, а також можливість пожежного обслуговування об'єкта.

Функціональне рішення м'ясопереробного цеху сформовано відповідно до технології виготовлення м'ясних делікатесів. Передбачено послідовне виконання операцій із приймання м'ясної сировини, розморожування, промивання, обсушування, очищення, розбирання, нарізання, дозрівання, сушіння у термокамері та пакування готової продукції. Розміщення робочих зон поблизу морозильних камер і використання внутрішніх візків для переміщення напівтуш та іншої сировини забезпечують логічну організацію виробничих потоків.

Будівля цеху запроєктована одноповерховою, прямокутної форми в плані, з габаритами 30×18 м і висотою 8,6 м. У її складі передбачено основні виробничі приміщення, зони приймання та відправлення продукції, а також адміністративно-побутові приміщення для персоналу. Для працівників визначено необхідний склад

гардеробних, душових, санітарних вузлів, медичного пункту, кабінетів, лабораторій та інших допоміжних приміщень, що створює належні побутові й санітарні умови роботи.

Конструктивну систему виробничої будівлі прийнято каркасною. Основними несучими елементами є сталеві колони, кроквяні ферми, прогони та система зв'язків, що забезпечує просторову жорсткість споруди. Огороджувальні конструкції виконуються із сендвіч-панелей, а в умовах сейсмічності району 7 балів передбачено антисейсмічні шви. Прийнята схема є доцільною для виробничої будівлі, оскільки забезпечує вільне планування внутрішнього простору та можливість розміщення технологічного обладнання.

У роботі виконано теплотехнічний розрахунок зовнішніх стін і покриття. Для стін прийнято сендвіч-панелі з утеплювальним шаром, а для покриття — багатошарову конструкцію з пароізоляцією, утеплювачем, профільованим настилом, мінераловатною плитою та гідроізоляцією. Результати розрахунків підтвердили відповідність прийнятих огороджувальних конструкцій вимогам теплозахисту.

Внутрішнє оздоблення приміщень прийнято з урахуванням санітарно-гігієнічних і виробничих вимог. У цехах, санітарних вузлах та душових передбачено облицювання поверхонь керамічною плиткою, що дає змогу забезпечити регулярне очищення й дезінфекцію. У службових приміщеннях застосовано оздоблення, придатне для тривалої експлуатації, зокрема фарбування стін і покриття підлог лінолеумом.

Розрахунково-конструктивний розділ містить розрахунок сталевих кроквяних ферм та колон. У розрахунковій моделі враховано власну вагу конструкцій, навантаження від покрівельних сендвіч-панелей, сталевих прогонів, снігове, вітрове та сейсмічне навантаження. За результатами розрахунку виконано підбір перерізів основних елементів ферми та колон, що забезпечують їх міцність, стійкість і жорсткість у складі каркаса виробничої будівлі.

У розділі основ і фундаментів проаналізовано інженерно-геологічні умови майданчика, представлені суглинком, глиною та аргілітом. Для передавання

навантажень від сталевих колон прийнято стовпчастий фундамент без улаштування підвалу. Виконано визначення навантажень на фундамент, обґрунтовано розміри підосви, перевірено тиск на основу та прийнято бетон класу В25 для фундаментної конструкції. Результати розрахунку підтвердили відповідність фундаменту умовам роботи ґрунтової основи.

У роботі також опрацьовано заходи пожежної безпеки. Передбачено безпечну евакуацію людей, належний доступ пожежної техніки, застосування первинних засобів пожежогасіння, протипожежного водопостачання, утримання вільних проїздів і проходів, а також контроль виконання вогневих робіт на будівельному майданчику.

У розділі охорони праці визначено вимоги до безпечного виконання монтажу металевих конструкцій, кам'яних, покрівельних і зварювальних робіт. Передбачено огороження небезпечних зон, застосування касок, страхувальних поясів, засобів індивідуального захисту, контроль справності вантажопідіймальних механізмів і заземлення електрозварювального обладнання. Такі заходи спрямовані на зменшення виробничих ризиків та запобігання травматизму.

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 ІХ Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“, 1, 26-26.
9. Бодрова Л.Г., Ковальчук Я.О., Крамар Г.М. Теплоізоляційні будівельні матеріали з місцевих технологічних відходів /Міжвузівський збірник «Наукові нотатки». /Категорія В/ Випуск №66, Луцьк, 2019. С.165-171.
10. ДСТУ Б В.2.6-9:2008 Конструкції будинків і споруд. Профілі сталеві холодногнуті. Технічні умови. – К.: Мінрегіонбуд України, 2008. – 32 с.
11. Гудь, М. І., Крамар, Г. М., & Гудь, І. (2018). Фактори впливу на міцність та ефективність бетону. *Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції „Фундаментальні та прикладні проблеми сучасних технологій “до 100 річчя з дня заснування НАН України та на вшанування пам’яті Івана Пулюя (100 річчя з дня*

смерті), 44-45.

12. Kovalchuk, Y., Kramar, H., Bodrova, L., Shynhera, N., & Shynhera, M. (2026). Deformation of a welded truss under loading of the upper chord. *Procedia Structural Integrity*, 81, 170-176.

13. Shved, Y., Kovalchuk, Y., Bodrova, L., Kramar, H., & Shynhera, N. (2024). Modeling the influence of complex factors on the plastic damage of a welded truss. *Procedia Structural Integrity*, 59, 664-671.

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 / Мінрегіонбуд 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. V. Bobyk, H.Kramar Features of increasing the energy efficiency of buildings and transparent fencing structures / Scientific Journal of TNTU. — Tern.: TNTU, 2024. — Vol 115. — No 3. — P. 44–53.
30. Крамар, Г. М., Василик, Р. Я., & Клименко, К. В. (2024). Просторові великопролітні покриття. *Збірник тез доповідей XIII Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій “*, 23-23.
31. Щепановський, В., Лебедєва-Скочеляс, Н., Янковий, С., & Ясній, В. П. (3.9). Моделювання поведінки залізобетонної балки підсиленої сплавом із пам'яттю форми. Матеріали XI Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій “, 47-48.
32. ДСТУ Б В.2.8-10-98:1999. Стропи вантажні. Класифікація, параметри та розміри. Технічні вимоги. — Київ: Держбуд України, 1999.
33. ДБН А.3.2-2:2009. Охорона праці та промислова безпека в будівництві. — Київ: Мінрегіон України, 2009. — 38 с.
34. ДБН В.1.2-5:2007. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. — Київ: Мінрегіонбуд України, 2007. — 50 с.