

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 оранжерейно-тепличного комплексу

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

192 “Будівництво та цивільна інженерія”

(шифр і назва спеціальності)

Студент _____
(підпис) Шафранський І. В.
(прізвище та ініціали)

Керівник _____
(підпис) Крамар Г. М.
(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)

6. Консультанти розділів роботи

[illegible]

7. Дата видачі завдання 22.01.2026

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

[illegible]

Студент

(підпис)

Шафранський І.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Крамар Г.М.

(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1 Архітектурно-будівельний	10
1.1 Характеристика району та будівельного майданчика	10
1.2 Рішення генерального плану	12
1.3 Розрахунок приміщень адміністративно-побутового комплексу	14
1.4 Об'ємно-планувальне рішення	17
1.5 Конструктивні рішення	17
1.6 Технологічний процес.....	19
1.7 Зовнішнє та внутрішнє оздоблення	21
1.8 Пожежна безпека	22
РОЗДІЛ 2 Конструктивний розділ.....	24
2.1 Вихідні дані для розрахунку каркаса	24
2.2 Програмний комплекс для розрахунку каркаса	24
2.2.1 Опис програмного комплексу	24
2.2.2 Вихідні дані для розрахунку в програмному комплексі	25
2.2.3 Призначення матеріалу для конструкцій каркаса.....	26
2.2.4 Збір навантажень на ферму	27
2.2.5 Сума навантажень на колону	32
2.3 Розрахунок каркаса та підбір перерізів у програмному комплексі.....	36
2.3.1 Розрахунок сталевий кроквяної ферми та підбір перерізів конструктивних елементів	36
2.3.2 Розрахунок сталевий колони та підбір перерізів конструктивних елементів.....	43
РОЗДІЛ 4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ	47
4.1 Заходи з охорони праці та техніки безпеки	47
4.2 Заходи щодо охорони навколишнього середовища та раціонального використання природних ресурсів	48

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	49
БІБЛІОГРАФІЯ.....	52

ВСТУП

Оранжерейно-тепличні комплекси належать до об'єктів агропромислового призначення, у межах яких поєднуються вирощування рослин, їх первинне зберігання, переробка, фасування та організація роботи персоналу. Для ефективного функціонування такого комплексу необхідно забезпечити керований мікроклімат, раціональне розміщення виробничих зон, безперервність технологічного процесу, належні санітарно-побутові умови та надійність несучих конструкцій.

Актуальність кваліфікаційної роботи за темою «Проект оранжерейно-тепличного комплексу» пов'язана з потребою у створенні сучасних об'єктів захищеного ґрунту, здатних забезпечувати вирощування овочевих і квіткових культур протягом року. Важливим є не лише отримання продукції, а й можливість її подальшого сортування, перероблення, фасування та зберігання в межах одного виробничого комплексу. Такий підхід сприяє скороченню внутрішніх технологічних переміщень, підвищенню ефективності виробництва та створенню належних умов для працівників.

Об'єктом проектування є оранжерейно-тепличний комплекс, розташований у селі Зозулинці Чортківського району. Ділянка будівництва має рівнинний рельєф і на момент проектування є вільною від забудови. Генеральним планом передбачено розміщення основних будівель комплексу, автостоянок для легкового й вантажного транспорту, складських та інвентарних приміщень, трансформаторів, септиків, внутрішніх проїздів, пішохідних зв'язків і зон озеленення.

Планувальна структура комплексу сформована за принципом функціонального поділу на чотири основні відділення: адміністративно-побутове, тепличне, оранжерейне та виробничий цех із переробки й фасування сировини. Така організація забезпечує послідовний рух рослинницької продукції від вирощування до зберігання або перероблення, водночас відокремлюючи виробничі процеси від адміністративної та побутової діяльності.

Тепличне відділення призначене для вирощування овочевих культур, зокрема помідорів, огірків, баклажанів і перцю. Технологічний процес передбачає застосування гідропонної системи, механізованого зрошення, вентиляції, затінення та опалення. У зимовий період необхідний температурний режим підтримується опалювальною системою, а в літній — забезпечується охолодження та захист рослин від перегрівання.

Оранжерейне відділення використовується для вирощування квіткових культур. Для забезпечення їх нормального розвитку передбачено крапельний полив, підтримання температурно-вологісного режиму, захист від надмірної інсоляції, зволоження та провітрювання. Після зрізання квіти надходять до приміщень із холодильним обладнанням, де зберігаються до реалізації.

Виробничий цех є завершальною ланкою комплексу. У ньому передбачено очищення, переробку, термічне оброблення, копчення, подрібнення, фасування та складування готової овочевої продукції. Для цього в цеху розміщуються мийні, термічні, копильні, дробильні та фасувальні установки, а також холодильні камери для зберігання сировини й готової продукції.

Адміністративно-побутовий блок запроєктований двоповерховим. У ньому передбачено приміщення керівництва, бухгалтерії, агронома, інженерного персоналу, медичний кабінет, конференц-зал, архів, гардеробні, душові, санітарні вузли, кімнати персоналу та інші допоміжні приміщення. Таке рішення дає змогу створити необхідні умови для управління виробництвом, організації праці та побутового обслуговування працівників.

Конструктивна схема комплексу прийнята каркасною. Несучими елементами тепличного, оранжерейного та цехового відділень є сталеві колони, кроквяні ферми, прогони та системи зв'язків. Для тепличного й оранжерейного відділень передбачено світлопрозорі огорожувальні конструкції зі склопакетів, що сприяють забезпеченню природного освітлення рослин. Огородження виробничого цеху виконуються зі

стінових і покрівельних сендвіч-панелей. У адміністративно-побутовій частині застосовано монолітне залізобетонне перекриття по профільованому настилу.

Для зменшення впливу нерівномірних деформацій і сейсмічних навантажень між окремими функціональними частинами комплексу передбачено деформаційні шви. Антисейсмічні заходи враховано з огляду на розташування об'єкта в районі із сейсмічністю 7 балів. Просторова жорсткість забезпечується сумісною роботою сталевих рам, ферм, колон і зв'язкових елементів.

Розрахунково-конструктивна частина роботи присвячена визначенню навантажень на елементи каркаса, розрахунку сталеві кроквяної ферми та позацентрово стиснутої колони. Ураховано постійні навантаження від маси покриття, склопакетів, прогонів і конструктивних елементів, а також снігові, вітрові та сейсмічні впливи. За результатами розрахунку підібрано перерізи основних елементів ферми й колони.

Метою кваліфікаційної роботи є розроблення архітектурно-будівельних, технологічних і розрахунково-конструктивних рішень оранжерейно-тепличного комплексу з урахуванням умов вирощування рослин, переробки продукції, вимог енергоефективності, пожежної безпеки, просторової стійкості сталевих каркаса та безпечної експлуатації об'єкта.

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

1. Проаналізовано характеристику району будівництва, кліматичні умови, рельєф майданчика та особливості його використання.
2. Розроблено генеральний план комплексу з урахуванням розміщення будівель, транспортних проїздів, автостоянок, складських зон, інженерних споруд і благоустрою території.
3. Визначено склад і функціональне призначення приміщень адміністративно-побутового, тепличного, оранжерейного та виробничого відділень.

4. Обґрунтовано об'ємно-планувальне рішення комплексу з урахуванням технологічного зв'язку між вирощуванням, зберіганням, переробкою та фасуванням продукції.

5. Розглянуто технологічні процеси вирощування овочевих і квіткових культур, використання гідропонних систем, зрошення, вентиляції, затінення, опалення та охолодження.

6. Прийнято каркасну конструктивну схему комплексу зі сталевими колонами, кроквяними фермами, світлопрозорими огороженнями, сендвіч-панелями та монолітними перекриттями адміністративно-побутового блоку.

7. Передбачено деформаційні й антисейсмічні шви між окремими частинами будівлі.

8. Розроблено рішення зовнішнього та внутрішнього оздоблення приміщень відповідно до їх функціонального призначення й умов експлуатації.

9. Передбачено заходи пожежної безпеки, шляхи евакуації, протипожежні перешкоди, пожежні щити, вогнегасники та зовнішні пожежні гідранти.

10. Виконано збір навантажень на кроквяну ферму та колону, включно з постійними, сніговими, вітровими й сейсмічними впливами.

11. Проведено розрахунок сталевій кроквяній фермі та колони у програмному комплексі з підбором перерізів конструктивних елементів.

12. Розглянуто заходи з охорони праці, безпеки виконання будівельно-монтажних робіт, охорони навколишнього середовища та раціонального використання природних ресурсів.

Вихідними даними для проєктування є функціональне призначення об'єкта як оранжерейно-тепличного комплексу, його розміщення в с. Зозулинці, наявність тепличного, оранжерейного, виробничого та адміністративно-побутового відділень, застосування сталевих каркасів, металевих ферм, склопакетів, сендвіч-панелей і монолітних перекриттів.

Методи виконання роботи включають аналіз архітектурно-планувальних і технологічних вимог до агропромислових будівель, визначення розрахункових навантажень, моделювання роботи сталевих конструкцій методом кінцевих елементів, підбір перерізів ферми та колони, а також розроблення заходів пожежної безпеки й охорони праці.

Практичне значення роботи полягає у формуванні комплексного проєктного рішення, яке забезпечує повний цикл поводження з рослинницькою продукцією — від вирощування до зберігання, переробки та фасування. Запроєктовані рішення сприяють створенню функціонального виробничого середовища, підтриманню необхідного мікроклімату, надійній роботі каркаса та безпечній експлуатації комплексу.

Ключові слова: оранжерейно-тепличний комплекс, сталевий каркас, кроквяна ферма, гідропоніка, переробка продукції.

РОЗДІЛ 1

АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ

1.1 Характеристика району та будівельного майданчика

Ділянка для будівництва теплично-оранжерейного комплексу розташована в с. Зозулинці Чортківського району (рисунок 1.1).



Рисунок 1.1 — Місце розташування будівельного майданчика

Територія має рівнинний рельєф. На даний момент територія не забудована, рельєф ділянки має абсолютну висоту 204 м (рисунок 1.2).

Характеристики будівлі:

Ступінь вогнестійкості — III [2];

Ступінь довговічності — III [3].

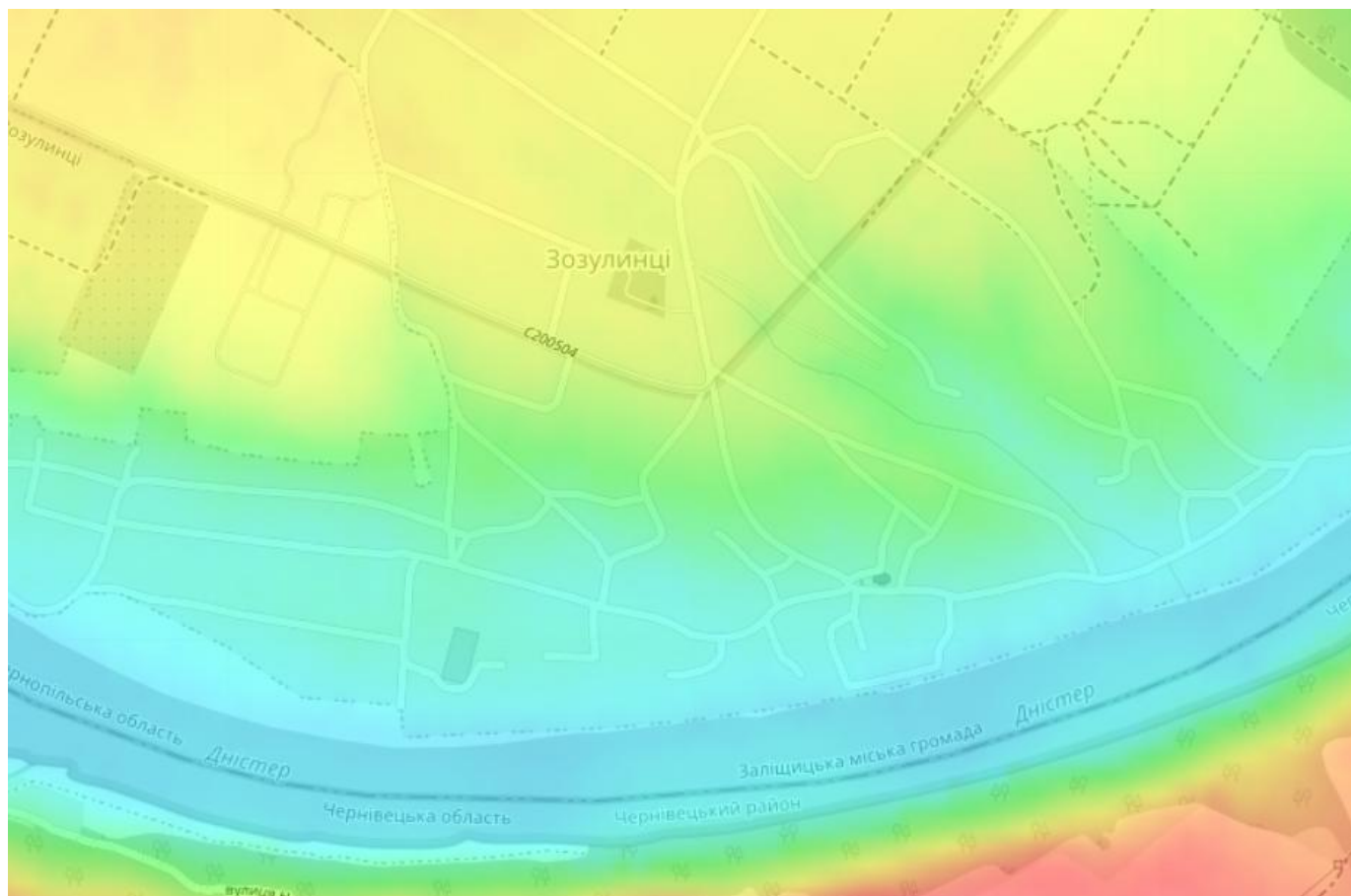


Рисунок 1.2 — Рельєф ділянки будівництва

Будівництво ведеться в першому кліматичному районі.

Кліматичні параметри:

Абсолютно мінімальна температура зовнішнього повітря — -27°C ;

Температура найхолоднішої доби з імовірністю 0,94 — 30°C ;

Температура найхолоднішої п'ятиденки з забезпеченістю 0,94 = -27°C

Тривалість у добі (період із середньодобовою температурою повітря $\leq 8^{\circ}\text{C}$)= 183.

Сейсмічність району з 10% ступенем сейсмічної небезпеки протягом 50 років — 7 балів.

1.2 Рішення генерального плану

Земельна ділянка під будівництво об'єкта має прямокутну форму та розміри 280×115 м.

Головний під'їзд до об'єкта будівництва здійснюється із західного напрямку, з боку автодороги.

На території ділянки розташовані:

- дві парковки для легкових автомобілів, загальною місткістю 40 місць;
- п'ять парковок для вантажних автомобілів, загальною місткістю 22 місця;
- три складські та п'ять інвентарних приміщень;
- спортивний майданчик розміром 24×50 м ;
- два трансформатори;
- два септики.

Ширина автомобільної дороги становить 6 м.

Техніко-економічні показники генерального плану:

Площа ділянки — $32775,0 \text{ м}^2$

Площа озеленення — $12884,0 \text{ м}^2$

Площа асфальтованого покриття — 11735 м^2

Щільність забудови — 24%

Загальна площа забудови — 7559 м^2

Зв'язок між будівлями здійснюється по доріжках з асфальтовим покриттям.

З метою благоустрою території на ділянці висаджено листяні та хвойні дерева, створено квіткові клумби та газон.

Техніко-економічні показники генерального плану наведено в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 — Техніко-економічні показники генерального плану

Поз.	Найменування	Площа, м ²	%
1	Загальна площа	32200	100
2	Площа забудови	7600	24
3	Площа зелених насаджень	12890	40
4	Площа асфальтового покриття	11710	36

Територія теплично-оранжерейного комплексу є відкритою місцевістю, через яку проникають вітрові потоки. Для правильної орієнтації будівлі в просторі та розробки заходів щодо захисту будівлі від вітру застосовується діаграма вітрових напрямків, що показує напрямок і частоту руху повітряних вітрових потоків.

Роза вітрів для с. Зозулинці складена на основі даних метеорологічної служби WorldWeather. Дані щодо напрямку вітрів наведено в таблицях 1.2, 1.3.

Таблиця 1.2 — Розрахунок рози вітрів (січень)

Пункт	Січень							
с. Зозулинці	Пн	ПнСх	ПнЗх	Сх	Пд	ПдСх	Зх	ПдЗх
%	8,1	0,8	4,7	5,3	19,7	15,4	18,5	27,4

Таблиця 1.3 — Розрахунок вітророзподілу (липень)

Пункт	Липень							
с. Зозулинці	Пн	ПнСх	ПнЗх	Сх	Пд	ПдСх	Зх	ПдЗх
%	12,5	3,5	8,7	8,3	21,5	12,1	17	16,6

Побудована роза вітрів представлена на рисунку 1.3.

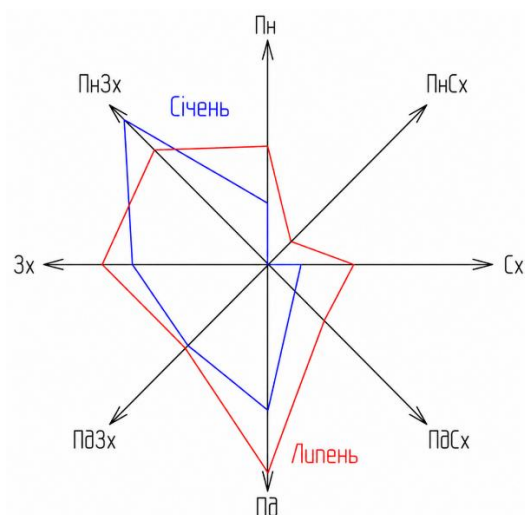


Рисунок 1.3 —Роза вітрів

Для даного району будівництва південний напрямок вітру є переважаючим.

1.3 Розрахунок приміщень адміністративно-побутового комплексу

Розрахунок приміщень проведено відповідно до вимог [7].

Для даного об'єкта, теплично-оранжерейного комплексу, до складу групи приміщень входять такі приміщення:

- контора та бухгалтерія (економічний відділ);
- кабінет директора;
- кабінет заступника директора;
- кабінет головного інженера;
- кабінет агронома;
- медичний кабінет;
- кімната персоналу;
- конференц-зал;
- лабораторія;
- гардероб для персоналу,
- пральня;

- душові;
- туалети тощо.

Кількість робітників (на одну зміну):

- для теплично-оранжерейного комплексу:

$$n_p = S/50 = 3455,28/50 = 70 \text{ людей.} \quad (1.1)$$

чоловічий персонал — 49 год.

жіночий персонал — 21 год.

- для виробничого цеху:

$$n_p = S/20 = 556,93/15 = 38 \text{ людей.} \quad (1.2)$$

чоловічий персонал — 27 год.

жіночий персонал — 11 год.

2 Гардеробно-душовий блок

Гардеробна для працівників теплично-оранжерейного комплексу:

- кількість шаф: $N = 140$ шт.

для чоловіків — 96 шт.

для жінок — 42 шт.

Душова:

Площа душового приміщення:

$$S = S_n \cdot n = 0,7 \cdot 70 = 49 \text{ м}^2 \quad (1.3)$$

- кількість душових кабінок:

для чоловіків — 8 шт.

для жінок — 5 шт.

Гардеробна для працівників промислового цеху:

– кількість шаф: $N = 76$ шт.

для чоловіків — 54 шт.

для жінок — 22 шт.

– кількість умивальників:

Душова:

Площа душового приміщення:

$$S = S_n \cdot n = 0,7 \cdot 38 = 26,6 \text{ м}^2 \quad (1.4)$$

– кількість душових кабінок:

для чоловіків — 4 шт.

для жінок — 3 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 урахування інтенсивності промислового виробництва, приймаємо 3 шт.

Вбиральня:

– 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: $S = 18 \text{ м}^2$

Виходячи з розрахунків, обираємо двоповерхову будівлю адміністративно-побутового корпусу прямокутної форми з опуклим виступом у південній частині будівлі.

1.4 Об'ємно-планувальне рішення

Ділянка для будівництва є незабудованою, тому будівля — окремо стояча, каркасна, одноповерхова у тепличному, оранжерейному та цеховому відділеннях, двоповерхова — адміністративний центр, висотою 10,45 м.

Передбачається один вхід до адміністративного центру — головний, два входи до тепличного відділення, два входи до оранжерейного відділення та один до виробничого відділення. Зв'язок між поверхами в адміністративному центрі здійснюється за допомогою сходових кліток.

На першому поверсі комплексу розташовані: тепличне відділення, оранжерейне відділення, виробничий цех, фойє адміністративно-побутового відділення, гардероб, чоловіча роздягальня працівників теплично-оранжерейного відділення, жіноча роздягальня працівників теплично-оранжерейного відділення, санвузол чоловічого персоналу, санвузол для жіночого персоналу, чоловіча роздягальня працівників цеху, жіноча роздягальня працівників тепличного відділення.

На другому поверсі комплексу розташовані: фойє, кабінет головного інженера, евакуаційна кімната, медичний кабінет, кабінет головного агронома, приймальня, кабінет заступника директора, кабінет директора, архів, конференц-зал, відділ кадрів, інвентарна, службовий санвузол № 1, службовий санвузол № 2.

У підвальному поверсі розташовані: приміщення опалювальної установки №1, приміщення опалювальної установки №2, приміщення опалювального контуру.

1.5 Конструктивні рішення

Проектований теплично-оранжерейний комплекс має каркасну конструктивну схему. Будівля розташована на території з сейсмічністю 7 балів, під час її проектування та зведення передбачаються антисейсмічні заходи.

24 × 72 м. Комплекс складається з чотирьох відділів: адміністративно-побутового, тепличного, оранжерейного та цеху з переробки й фасування сировини. Адміністративно-побутовий відділ (1), двоповерховий, має розміри в осях 24 × 29,25 м (рисунок 1.4), висота до низу несучих конструкцій 2,9 метра, крок колон — 6 метрів. Тепличне відділення (2) — розмірами в осях м (рисунок 1.4), висота до низу несучих конструкцій 6,3 м. Оранжерейне відділення (3) має розміри в осях 24 × 72 м і висоту до низу несучих конструкцій 6,3 м. Цех з переробки та фасування сировини (4) — розмірами в осях 24 × 30 м, висота до низу несучих конструкцій — 4,8 м (рисунок 1.4).

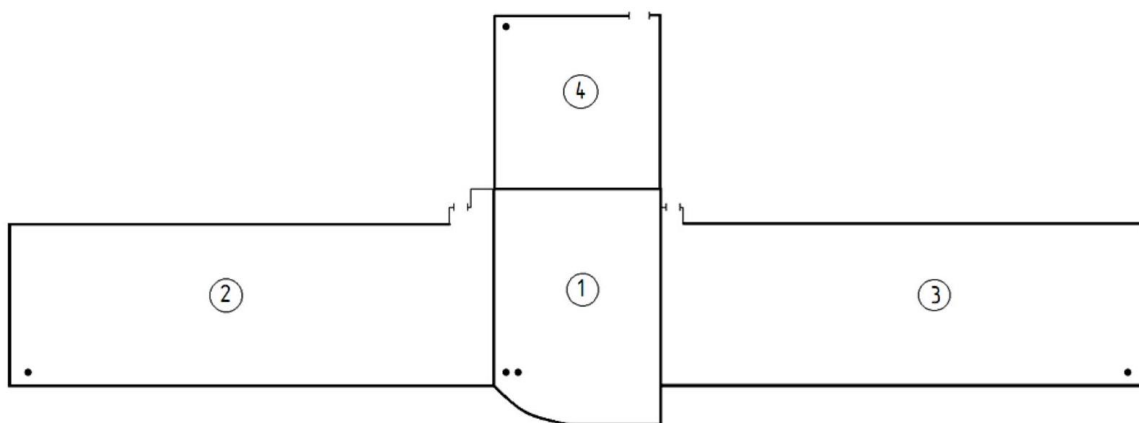


Рисунок 1.4 — Розташування виробничих та адміністративних відділень комплексу

Для з'єднання всіх відділень у комплексі передбачені деформаційні шви в місцях з'єднання виробничих відділень з адміністративно-побутовим відділенням. Антисейсмічні шви збігаються з деформаційними в місцях з'єднання відділень комплексу; у промислових відділеннях антисейсмічні шви допускається не влаштовувати згідно з [5].

Сходи сталеві з висотою сходинки 150 мм і підніжкою 300 мм. Огорожа сходів металева висотою 90 см.

Конструктивні рішення:

— Тепличне відділення:

Колони — металеві двотаврового перерізу;

- Ригелі — металеві ферми;
- Огородження — склопакети;
- Оранжерейне відділення:
 - Колони — металеві двотаврового перерізу;
 - Ригелі — металеві ферми;
 - Огородження — склопакети;
- Відділення цеху:
 - Колони — металеві двотаврового перерізу;
 - Ригелі — металеві ферми;
 - Огородження — сендвіч-панелі стінові (150 мм), сендвіч-панелі покрівельні (150 мм);
- Адміністративно-побутове відділення:
 - Колони — металеві двотаврового перерізу;
 - Перекриття — залізобетонне монолітне, виконане на профлісті;
 - Огородження — сендвіч-панелі заводського типу та індивідуального виготовлення (150 мм).
 - Прорізи — дверні, віконні (стандартного виготовлення).

1.6 Технологічний процес

Теплично-оранжерейний комплекс є універсальною спорудою, що поєднує в собі кілька видів промислової діяльності. Комплекс призначений для вирощування овочів, квітів, а також їх подальшої переробки на готову споживчу продукцію. Теплично-оранжерейний комплекс включає в себе такі відділення:

- тепличне відділення (площа: $1727,64 \text{ м}^2$);
- оранжерейне відділення (площа: $1727,64 \text{ м}^2$);
- відділення виробничого цеху (площа: $739,33 \text{ м}^2$);
- адміністративно-побутове відділення (площа: $1340,00 \text{ м}^2$)

У тепличному відділенні відбувається процес вирощування овочевих культур (помідорів, огірків, баклажанів та перців). Ріст рослин забезпечується різними системами. Основною з цих систем є гідропонна установка, для якої виготовляється поживна суміш, що сприяє швидкому росту рослин та збільшенню врожайності; суміш подається до рослин через латки. Також тепличне відділення оснащене системою затінення, необхідною для створення тіньового простору для рослин у літній період. Система зрошення забезпечує полив рослин за допомогою розпилення води через пульверизатори, що кріпляться до нижніх частин конструкцій покриття. Система вентиляції сприяє підтримці оптимального режиму вологості шляхом виведення зайвої вологи, що накопичилася в повітрі, через припливні вентиляційні установки, а також забезпечує циркуляцію повітря взимку: прохолодне повітря, проходячи через опалювальну спіраль системи, нагрівається. У зимовий період необхідна температура для вирощування рослин підтримується геотермальною опалювальною установкою, а в літній період установка сприяє охолодженню повітря до температури, комфортної для вирощування рослин. Після збору врожаю одна частина плодів направляється до складського приміщення, а інша — до виробничого цеху, де відбувається переробка сировини та отримання готової продукції.

В оранжерейному відділенні відбувається процес вирощування квітів. Квіти вирощуються на клумбах. Полив рослин здійснюється крапельним способом із використанням гідропонної суміші. Захист квітів від вологи, посухи, високих і низьких температур забезпечується за допомогою захисних систем, як і в тепличному відділенні. Після зрізання квіти направляють до складського приміщення з холодильним обладнанням, де рослини зберігаються до терміну реалізації.

У відділенні виробничого цеху відбувається переробка овочів у готову продукцію. Цех оснащений складським обладнанням із холодильними камерами, де зберігаються овочі. Перш ніж плоди потрапляють на склад, вони проходять необхідне очищення за допомогою спеціальних мийних установок. Також цех оснащений термічними, копильними та дробильними установками, за допомогою яких

відбувається переробка сировини на готову продукцію. Після приготування овочі фасуються на фасувальних машинах і відвозяться на склад готової продукції.

Доставка гідропонної поживної суміші здійснюється вантажними автомобілями, так само як і вивезення готової продукції. Доставка сирих овочів, квітів та готової продукції від комплексу до складських приміщень здійснюється за допомогою автомобільних навантажувачів.

1.7 Зовнішнє та внутрішнє оздоблення

Звіт про зовнішнє оздоблення наведено в таблиці 1.5.

Таблиця 1.5 — Специфікація зовнішнього оздоблення

№ позиції	Елементи фасадів	Вид оздоблення	Площа, м ²	Колір
Адміністративно-побутове відділення				
1	Цоколь	Фарбування вологостійкою фарбою	12,16	□
2	Стикувальні шви (1-й поверх)	Затирка	1,60	
	Стикові шви (2-й поверх)		1,20	
3	Карниз	Фарбування вологостійкою фарбою	8,50	□
4	Вікна	Фарбування олійною фарбою	9,60	□
5	Двері	Фарбування олійною фарбою	0,45	□
Виробничий цех				
1	Цоколь	Фарбування вологостійкою фарбою	48,60	□
2	Стикувальні шви	Затирка	5,50	□
3	Віконні прорізи	Фарбування олійною фарбою	3,5	□
4	Ворота	Фарбування олійною фарбою	0,75	□

Звіт про внутрішнє оздоблення наведено в таблиці 1.6.

Таблиця 1.6 — Специфікація внутрішнього оздоблення

№ позиції	Елементи фасадів	Вид оздоблення	Площа, м ²	Колір
Адміністративно-побутове відділення				
1	Стіни	Оздоблення вапняним розчином	950,0	□
2	Вікна	Фарбування олійною фарбою	9,60	□
3	Двері	Фарбування олійною фарбою	0,45	□
4	Підлоги	Лінолеум	710,0	
Виробничий цех				
1	Стіни	Затирка	5,50	□
2	Віконні прорізи	Фарбування олійною фарбою	3,5	□
3	Ворота	Фарбування олійною фарбою	0,75	□
4	Підлоги	Шліфовані бетонні підлоги	720,0	□
Тепличне відділення				
1	Склопакети	Інфрачервона теплова плівка	2900,0	□
Оранжерейне відділення				
1	Склопакети	Інфрачервона теплова плівка	2900,0	

1.8 Пожежна безпека

В адміністративно-побутовому відділенні евакуація у разі виникнення пожежі здійснюється через головний вхід, з першого поверху; з другого поверху евакуація відбувається через дві внутрішні евакуаційні сходи, розташовані в різних частинах відділення, а також через зовнішні сходи, що знаходяться в евакуаційній кімнаті, з другого поверху безпосередньо назовні. У підвальному поверсі також передбачені протипожежні сходи, заглиблені в приямку.

У тепличному відділенні, так само як і в оранжерейному, передбачена евакуація через головні ворота, а також через протипожежні двері, влаштовані з торця будівлі.

У виробничому цеху евакуація здійснюється через головні ворота, а також через допоміжні двері евакуаційного шляху.

Система об'ємно-планувальних та конструктивних рішень будівлі забезпечується: наявністю протипожежних перешкод (стін, перегородок); обладнанням необхідної кількості евакуаційних виходів із приміщень, шляхів

евакуації; застосуванням несучих та огорожувальних конструкцій із негорючих матеріалів із нульовою межею поширення вогню; застосуванням будівельних матеріалів для оздоблення приміщень із необхідним показником пожежної безпеки. Прийняті рішення спрямовані на: своєчасну та безперешкодну евакуацію людей; порятунок людей, які можуть зазнати впливу небезпечних факторів пожежі.

Частини будівлі, що мають різну функціональну пожежну безпеку, розділені протипожежними перешкодами та забезпечені самостійними евакуаційними виходами. На підприємстві не передбачається масове перебування людей у приміщеннях об'єкта.

З метою ліквідації пожежі на початкових етапах загоряння відділення забезпечені протипожежними щитами з необхідною кількістю протипожежного обладнання, а також порошковими вогнегасниками для гасіння електрообладнання напругою до 1000 вольт, згідно з [12].

На території ділянки теплично-оранжерейного комплексу облаштовано два протипожежні гідранти, призначені для гасіння пожежі у разі її глобального поширення по всьому комплексу або території об'єкта.

РОЗДІЛ 2

КОНСТРУКТИВНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Вихідні дані для розрахунку каркаса

Відмітка верху конструкцій, м—10,4;

Корисне навантаження на настил, кН/м^2 — 1,4 ;

Кількість прольотів — 1;

Проліт ригеля, м — 24;

Крок колон, м — 6;

Кількість кроків колон — 12;

Товщина склопакетів, мм — 36.

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 проектування різних видів будівельних конструкцій. До складу пакету входять програми чотирьох видів:

- обчислювальний комплекс Structure CAD, який є універсальною розрахунковою системою кінцево-елементного аналізу конструкцій і орієнтований на вирішення задач проектування будівель та споруд досить складної структури;

- допоміжні програми, призначені для «обслуговування» SCAD та забезпечення формування й розрахунку геометричних характеристик різних типів перерізів стрижневих елементів , визначення навантажень і впливів на споруду, що проектується, обчислення коефіцієнтів підґрунтя, необхідних при розрахунку конструкцій на пружному підґрунті, а також препроцесор, що використовується для формування укрупнених моделей та при імпорті даних з архітектурних систем;

- проектно-аналітичні програми, які призначені для вирішення окремих завдань перевірки та розрахунку елементів сталевих і залізобетонних конструкцій відповідно до вимог нормативних документів;

- проектно-конструкторські програми, 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 перерізів елементарних балок, підбір навантажень на елементи конструкції, визначення геометричних характеристик складених перерізів.

2.2.2 Вихідні дані для розрахунку в програмному комплексі

Вхідні дані для розрахунку ферми:

Матеріал — С255;

Профіль нижнього поясу — парні рівнополочні кутники;

Профіль верхнього поясу — парні рівнополочні кутники;

Профіль стійок — парні рівнополочні кутники;

Профіль стійок — парні рівнополочні кутники;

Проліт ферми — 24 м;

Висота — 4 м;

Крок стійок—2м ;

Панелі ферми — 12 шт.

Вхідні дані для розрахунку колони:

Матеріал — С255 (таблиця В. 3 [13]);

Профіль — двотавр колонний;

Крок колон — 6 м;

Висота — 6,75 м ;

2.2.3 Призначення матеріалу для конструкцій каркаса

Ферма належить до 2 групи сталевих конструкцій .Вибір матеріалу:

Матеріал: С255.

Розрахункова температура: $t_{\min} = -40^{\circ}\text{C}$, $t_{\max} = 34^{\circ}\text{C}$.

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

Хімічний склад: вуглець(C) = 0,22%, фосфор(P) = 0,04%, сірка(S) = 0,025%%.

Марка сталі С255 : $R_{yn} = 255 \text{ Н/мм}^2$; $R_{un} = 380 \text{ Н/мм}^2$; $R_y = 250 \text{ Н/мм}^2$;

$R_u = 370 \text{ Н/мм}^2$; $R_s = 0,58 \cdot R_y = 145 \text{ Н/мм}^2$,

де R_{yn} — нормативний опір сталі за межею плинності; R_{un} - нормативний опір сталі за тимчасовим опором; R_y - розрахунковий опір за межею плинності; R_u - розрахунковий опір за тимчасовим опором; R_s - розрахунковий опір на зсув.

Колона:

Вибір матеріалу:

Матеріал: С255. Розрахункова температура: $t_{\min} = -40^{\circ}\text{C}$, $t_{\max} = 34^{\circ}\text{C}$. Ударна в'язкість: $KCV = 34 \text{ Дж/см}^2$. Хімічний склад: вуглець(C) = 0,22% , фосфор(P) = 0,04%, сірка(S) = 0,025%% ю

Марка сталі С255 :

$R_{yn} = 255 \text{ Н/мм}^2$;

$R_{un} = 380 \text{ Н/мм}^2$;

$R_y = 250 \text{ Н/мм}^2$;

$$R_u = 370 \text{ Н/мм}^2; R_s = 0,58 \cdot R_y = 145 \text{ Н/мм}^2,$$

де R_{yn} — нормативний опір сталі за межею плинності;

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

R_y - розрахунковий опір за межею плинності;

R_u - розрахунковий опір за тимчасовим опором;

R_s - розрахунковий опір на зсув;

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 для металевої ферми прийнято 1,05 (таблиця 7.1 [4]). 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;
- вітровий район III.

Нормативне значення снігового навантаження на горизонтальну проекцію покриття за [14]:

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

$$S_0 = 0,8 \cdot 1 \cdot 1 = 0,8 \text{ кПа}$$

$\text{дес}_e = (1,2 - 0,1V\sqrt{k})(0,8 + 0,002b)$ — коефіцієнт, що враховує знесення снігу з покриттів будівель під дією вітру або інших факторів; $k = 0,65$; b - ширина покриття; $V = 2,3$ м/с.

$$c_e = (1,2 - 0,1 \cdot 2,3\sqrt{0,8}) \cdot (0,8 + 0,002 \cdot 24) = 0,8$$

Для подальшого розрахунку металевої кроквяної ферми тепличного відділення потрібно провести підсумовування навантажень на 1м^2 покриття, виконане зі склопакетів. Підсумовування навантажень наведено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 — Сума навантажень на покриття

№ п/п	Вид навантаження	Нормативне навантаження, кН/м^2	Коефіцієнт надійності за навантаженням	Розрахункове навантаження, кН/м^2
1 Постійне навантаження				
1	Склопакети товщиною= 36 мм; Маса $1\text{м}^2 = 30$ кг	0,3	1,3	0,39
	Разом постійна	0,3		0,39
2 Тимчасове навантаження				
1	Снігове навантаження Навантаження на $1\text{ м}^2 = 80$ кг	1,0	1,4	1,4
	Разом тимчасове	1,0		1,4

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

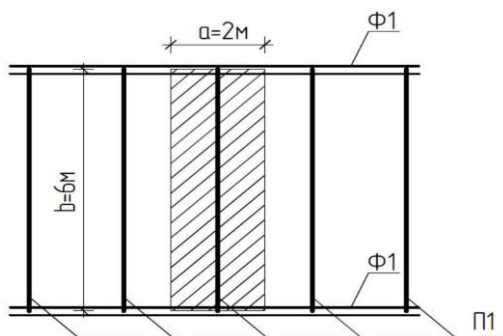


Рисунок 2.1 — Вантажна площа прогонів

Розрахунок навантаження, що діє від склопакетів на прогін: Нормативна:

$$q_{CT}^H = a \cdot b \cdot q \quad (2.2)$$

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 1м^2 : $q_{CT}^H = 2 \cdot 6 \cdot 30 = 360 \text{ кг} = 0,36 \text{ Т}$;

Розрахункова:

$$q_{CT}^p = a \cdot b \cdot q \cdot \gamma_f \quad (2.3)$$

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 1м^2 ; γ_f - коефіцієнт надійності за навантаженням, що приймається за таблицею 7.1 [15]:

$$q_{CT}^p = 2 \cdot 6 \cdot 30 \cdot 1 = 360 \text{ кг} = 0,36 \text{ т.} \quad (2.4)$$

Розрахунок снігового навантаження, що діє на прогін:
 Нормативна:

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

де a — ширина вантажної площі прогону, що дорівнює кроку прогонів 2 м;
 b - довжина прогону, що дорівнює кроку колон 6 м; q - нормативне значення снігового навантаження на 1м^2 (див. формулу 2.1): $q_{CT}^H = 2 \cdot 6 \cdot 80 = 960 \text{ кг} = 0,96 \text{ Т}$;

Розрахункова:

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

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

$b = 6\text{м}$; q - довжина прогону, що дорівнює кроку колон 1 м^2 - нормативне значення снігового навантаження на (див. формулу 2.1); γ_f - коефіцієнт надійності за навантаженням: $q_{сг}^p = 2 \cdot 6 \cdot 80 \cdot 1,4 = 1344\text{ кг} = 1,34\text{ т}$.

Перетин прогону прийнято конструктивно — труба квадратного профілю $160 \times 160 \times 8\text{ мм}$ (рисунок 2.2):

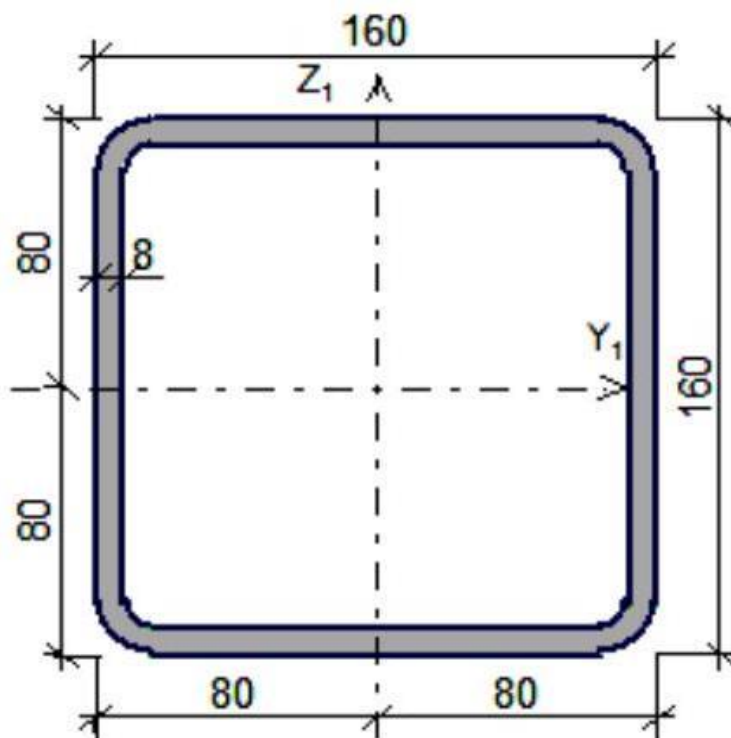


Рисунок 2.2 — Перетин прогону

Визначення ваги одного прогону, що діє на стійку ферми: Нормативна:

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

де $A_{\text{пер}}$ — площа перерізу прогону; l — довжина прогону, що дорівнює кроку колон 6 м; ρ — щільність сталі : $q_{\text{пр}}^H = 0,00512 \cdot 6 \cdot 7850 = 241 \text{ кг} = 0,241 \text{ Т}$.

Розрахункова:

$$q_{\text{пр}}^p = A_{\text{пер}} \cdot l \cdot \rho \cdot \gamma_f; \quad (2.8)$$

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

$$q_{\text{пр}}^p = 0,00512 \cdot 6 \cdot 7850 \cdot 1,05 = 253 \text{ кг} = 0,253 \text{ Т}.$$

Визначення навантаження, що діє на одну стійку ферми:

Нормативне навантаження:

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

де $q_{\text{констр}}^H$ — нормативне значення навантажень, що діють на вищерозташовані конструкції.

$$q_{\text{сум}}^H = 0,36 + 0,96 + 0,241 = 1,56 \text{ т}.$$

Розрахункове навантаження:

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

де $q_{\text{констр.}}^H$ — розрахункове значення навантажень, що діють на вищерозташовані конструкції.

$$q_{\text{сум}}^H = 0,36 + 1,34 + 0,253 = 1,95 \text{ т}.$$

Вітрове навантаження

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

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

Нормативне значення середньої складової:

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

w_0 — нормативне значення вітрового тиску;

$k(z)$ — коефіцієнт, що враховує зміну вітрового тиску для висоти z ;

c — аеродинамічний коефіцієнт.

$$w_0 = 38 \text{ кг/м}^2$$

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

Пульсаційна складова — задається програмно.

Вітрове навантаження дорівнює:

$$w_m = 38 \cdot 1 \cdot 10,4 \text{ м} = 38 \text{ кг/м}$$

Аеродинамічні коефіцієнти для огорожувальних конструкцій прийняті

2.2.5 Сума навантажень на колону

Сталева колона К1 є позакентрово стиснутою, оскільки конструкції покриття спираються на колону лише з одного боку, що призводить до вигину даної конструкції колони (рисунки 2.3).

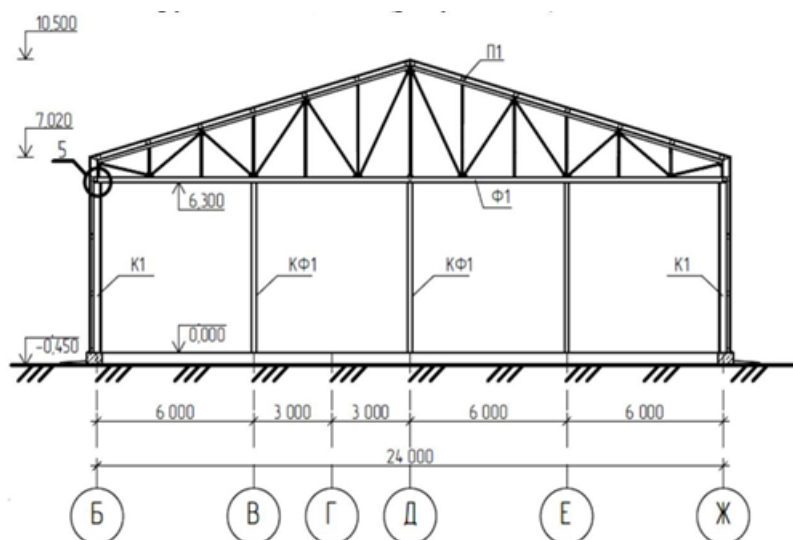


Рисунок 2.3 – Розріз будівлі 5-5

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

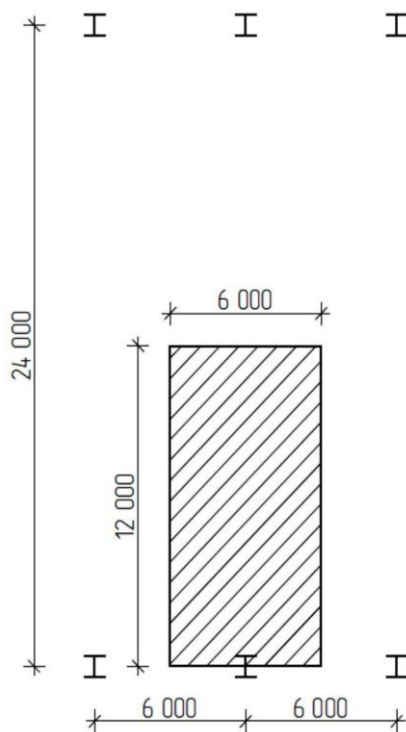


Рисунок 2.4 — Навантажувальна площа колони

Довжина вантажної площі дорівнює половині прольоту ферми 12 м. Ширина вантажної площі дорівнює кроку колон 6 м. Сума навантажень, що діють на колону, наведена в таблиці 2.4.

Таблиця 2.1 — 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				
1	Склопакети покриття $t_{\text{листа}} = 36 \text{ мм}$; Маса $1 \text{ м}^2 = 30 \text{ кг}$	0,3	1,3	0,39
2	Склопакети огорожі $t_{\text{листа}} = 36 \text{ мм}$; Маса $1 \text{ м}^2 = 30 \text{ кг}$	0,3	1,3	0,39
	Разом постійна	0,6		0,78
2 Тимчасове навантаження				
1	Снігове навантаження Навантаження на $1 \text{ м}^2 = 80 \text{ кг}$	1,0	1,4	1,4
2	Бічне вітрове навантаження Навантаження на $1 \text{ м}^2 = 38 \text{ , кг}$	0,38	1,4	0,53
	Разом тимчасове	1,38		1,93

Навантаження від прогонів покриття:

Нормативна (див. формулу 2.7):

$$q_{\text{пр}}^{\text{H}} = A_{\text{пер}} \cdot l \cdot \rho \cdot n; \quad (2.12)$$

$$q_{\text{пр}}^{\text{H}} = 0,00512 \cdot 6 \cdot 7850 \cdot 7 = 1,7 \text{ т}$$

де $A_{\text{пер}}$ — площа перерізу прогону; l — довжина прогону, що дорівнює кроку колон 6 м; ρ — щільність сталі, n — кількість прогонів.

Розрахункова (див. формулу 2.8):

$$q_{\text{пр}}^p = A_{\text{спер}} \cdot l \cdot \rho \cdot \gamma_f \cdot n \quad (2.13)$$

$$q_{\text{пр}}^p = 0,00512 \cdot 6 \cdot 7850 \cdot 1,05 \cdot 7 = 1,8 \text{ Т}$$

Де $A_{\text{пер}}$ — площа перерізу прогону; l — довжина прогону, що дорівнює кроку колон 6 м; ρ — щільність сталі; γ_f — коефіцієнт надійності за навантаженням, n — кількість прогонів.

Навантаження від стінових прогонів (рисунок 2.5):

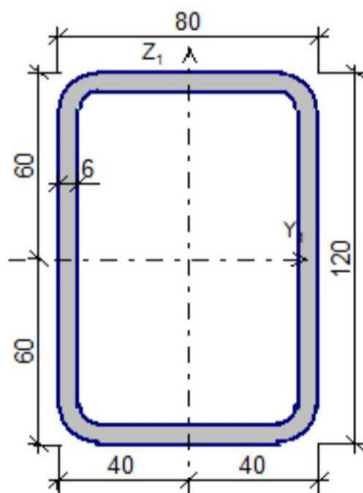


Рисунок 2.5 — Перетин стінових прогонів

$$q_{\text{пр}}^H = A_{\text{пер}} \cdot l \cdot \rho \cdot n \quad (2.14)$$

$$q_{\text{пр}}^H = 0,0024 \cdot 6 \cdot 7850 \cdot 4 = 0,45 \text{ т}$$

де $A_{\text{пер}}$ — площа перерізу прогону; l — довжина прогону, що дорівнює кроку колон 6 м; ρ — щільність сталі, n — кількість прогонів.

Розрахункове:

$$q_{\text{пр}}^p = A_{\text{пер}} \cdot l \cdot \rho \cdot \gamma_f \cdot n \quad (2.15)$$

$$q_{\text{пр}}^p = 0,00512 \cdot 6 \cdot 7850 \cdot 1,05 \cdot 7 = 0,48 \text{ т}$$

де $A_{\text{пер}}$ — площа перерізу прогону; l — довжина прогону, що дорівнює кроку колон 6 м; ρ — щільність сталі; γ_f — коефіцієнт надійності за навантаженням, 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 проектно-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 вузлів системи, фізичним законом, що визначає залежність між внутрішніми зусиллями та внутрішніми переміщеннями, та 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 показано призначення навантаження від власної ваги конструкції:

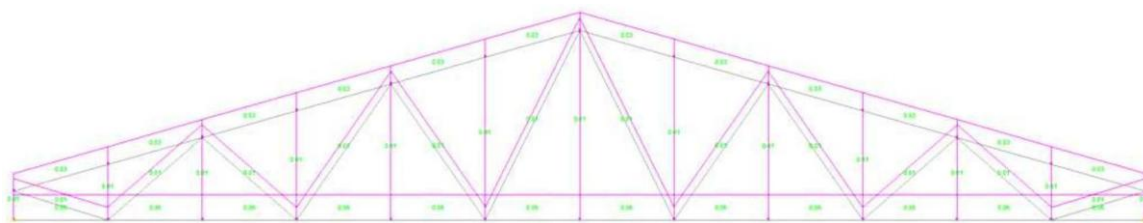


Рисунок 2.6 — Дія навантаження від власної ваги ферми

На рисунку 2.7 показано розподіл навантаження від прогонів:

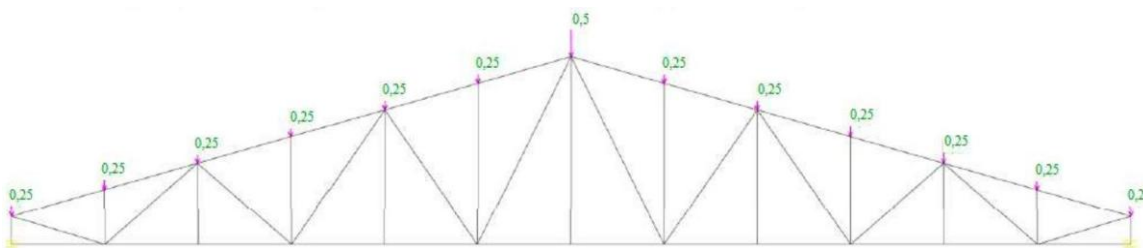


Рисунок 2.7 — Дія навантаження від прогонів

Навантаження від склопакетів (рисунок 2.8):

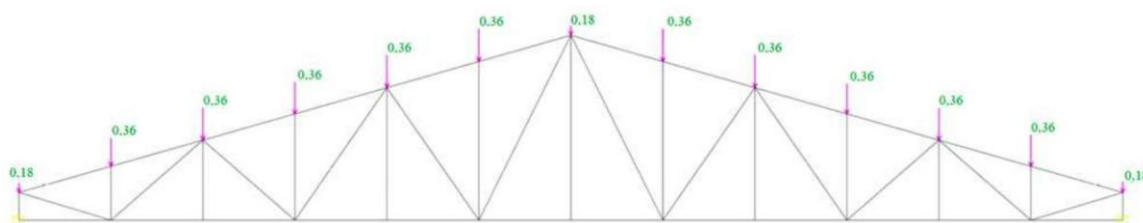


Рисунок 2.8 — Дія навантаження від склопакетів

Дія снігового навантаження на конструкцію представлена на рисунку 2.9:

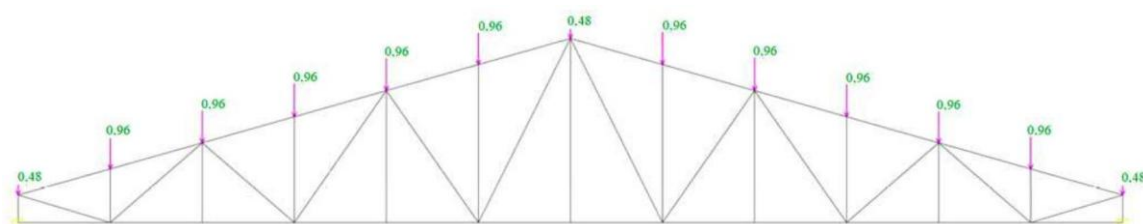


Рисунок 2.9 — Дія снігового навантаження

Вплив вітрового навантаження на конструктивні елементи ферми показано на рисунку 2.10:

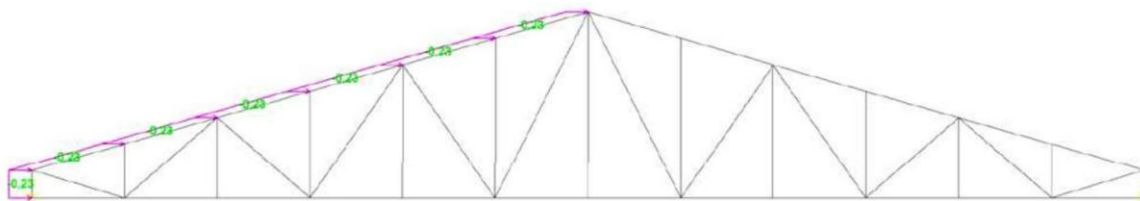


Рисунок 2.10 — Вплив вітрового навантаження на елементи ферми

Навантаження та комбінації навантажень наведено в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 — Навантаження та комбінації навантажень

Навантаження		
Номер	Назва	
1	Власна вага	
2	Вага прогонів	
3	Вага склопакетів	
4	Снігове навантаження	
5	Вітрове навантаження	
Комбінації навантажень		
Номер	Формула	
C1	$(L1)0,95+(L2) 0,8$	
C2	$(L1)*0,95+(L3)*0,95$	
C3	$(L1)*0,95+(L4)*0,7$	
C4	$(L1)*0,95 + (L5)*1$	
C5	$(L1)^{0,95} + (L2)^{0,8} + (L3)^{0,95} + (L4)^{0,7} + (L5)^{1}$	

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 2.11):

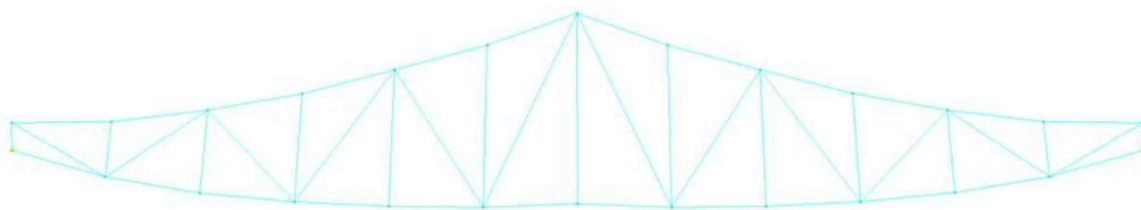


Рисунок 2.11 — Графічне відображення переміщень елементів ферми

Кольорове відображення значень зусиль представлено на рисунку 2.12:

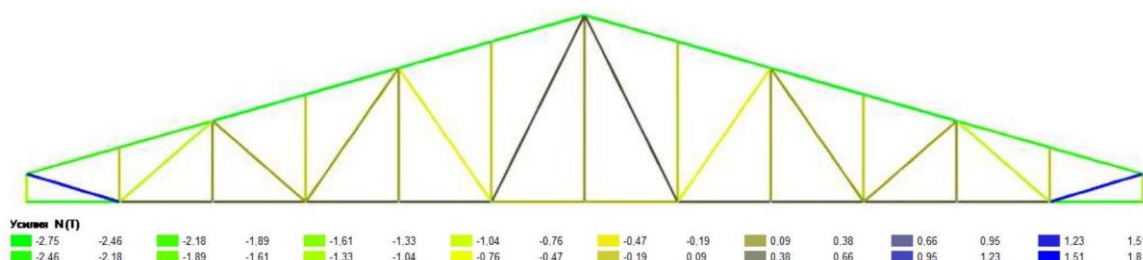


Рисунок 2.12 — Кольорове відображення значень зусиль

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

Епюра поздовжніх зусиль $N(kN)$ від розрахункового поєднання навантажень представлена на рисунку 2.13.

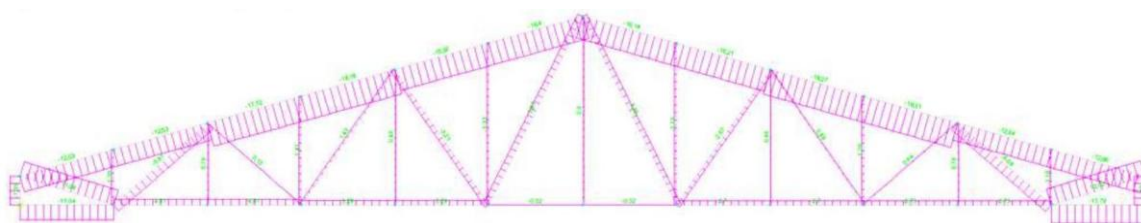


Рисунок 2.13 — Епюра поздовжніх зусиль $N(kN)$

Епюра поперечних зусиль $Q(kN)$ від розрахункового поєднання навантажень представлена на рисунку 2.14.

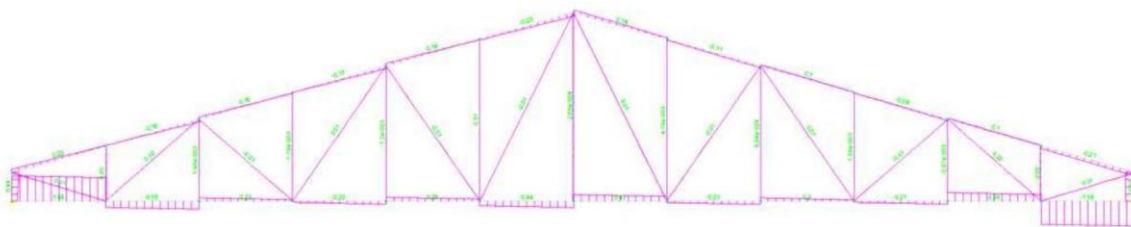


Рисунок 2.14 — Епюра поздовжніх зусиль $Q(\text{кН})$

Епюра моментів $M(\text{кН} \cdot \text{м})$ від розрахункового поєднання навантажень наведена на рисунку 2.15.

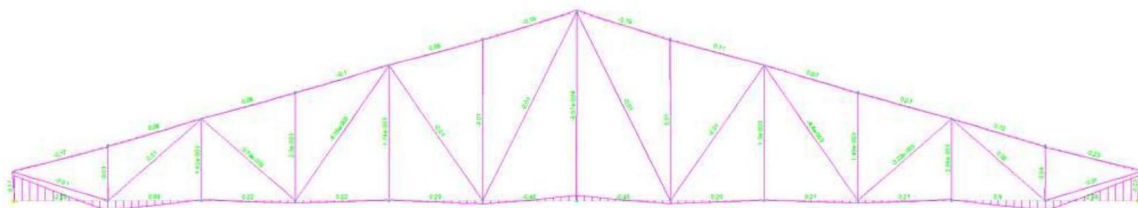


Рисунок 2.15 — Епюра поздовжніх зусиль $M(\text{кН} \cdot \text{м})$

Після побудови всіх необхідних епор програма SCAD++ здійснює підбір перерізів елементів ферми. Схема розташування елементів ферми наведена на рисунку 2.16:

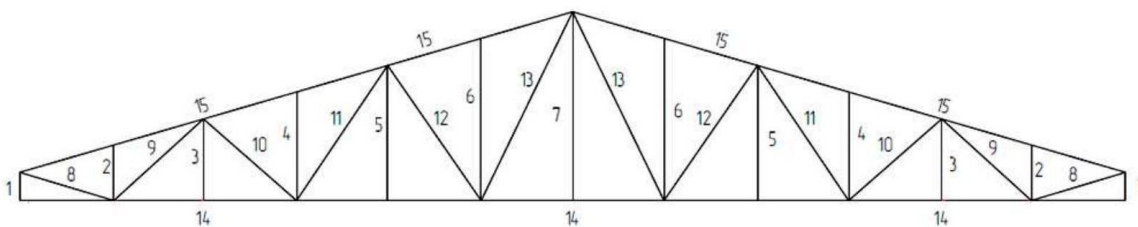
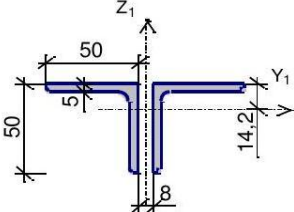
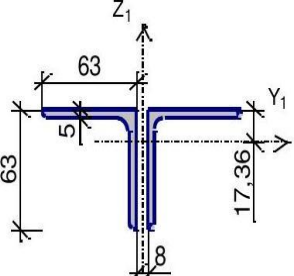
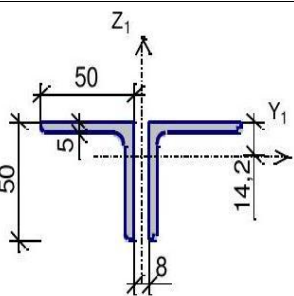
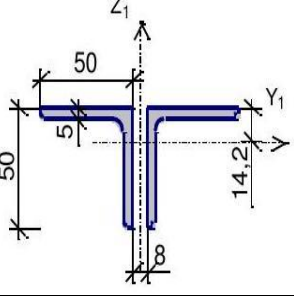
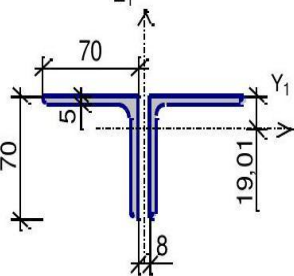


Рисунок 2.16 – Схема розташування елементів ферми

Результат підбору перерізів елементів ферми наведено в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 — Результат підбору перерізів елементів ферми

8	Поперечина		Кутник рівнополочний L50x5
9	Поперечина		Кутник рівнополочний L63x5
10	Поперечина		Рівнополочний кутник L50x5
11	Поперечина		Кутник рівнополочний L50x5
12	Поперечина		Кутник рівнополочний L70x5

Продовження таблиці 2.3

13	Поперечина		Кутник рівнополочний L50x5
14	Нижній пояс		Кутник рівнополочний L160x10
15	Верхній пояс		Рівнополочний кутник за L125x8

Результатом перевірки перерізів на міцність, стійкість і жорсткість є експертна колірна схема, сформована в програмному комплексі SCAD++ (рисунок 2.17). Зелений колір індикатора свідчить про те, що конструктивні елементи даних перерізів (див. таблицю 2.3) є оптимальними та відповідають усім необхідним умовам перевірки:

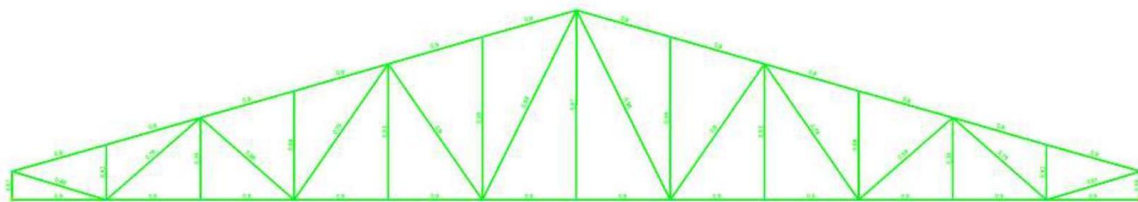


Рисунок 2.17 — Результат експертизи конструктивних елементів ферми

Висновок: підібрані перерізи конструктивних елементів ферми забезпечують міцність, жорсткість і стійкість конструкції кроквяної ферми під час експлуатації.

2.3.2 Розрахунок сталеві 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 6,75 м.

Схема розрахункової довжини в площині XOY наведена на рисунку 2.18 і дорівнює 0,5.

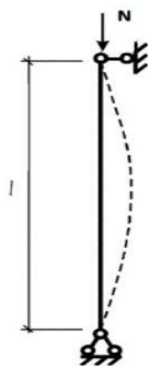


Рисунок 2.18 — Схема розрахункової довжини в площині XOY

Схема розрахункової довжини в площині XOZ наведена на рисунку 2.19 і дорівнює 0,7.

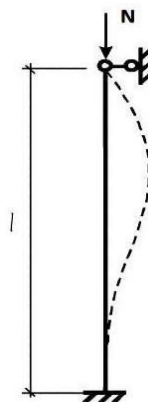


Рисунок 2.19 — Схема розрахункової довжини в площині XOZ

Підібраним перерізом для сталевих колони є профіль: двотавр колонний (К) 20К1 (рисунок 2.20).

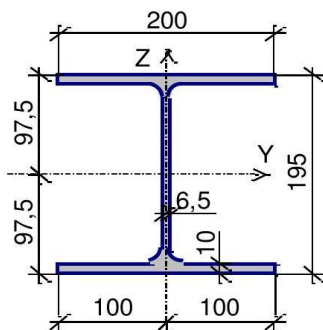


Рисунок 2.20 — Переріз профілю 20К1

Геометричні характеристики профілю 20 К1 наведено в таблиці 2.4

Таблиця 2.4 — Геометричні характеристики профілю 20К1

Позначення	Параметр	Значення	Одиниці вимірювання
A	Площа поперечного перерізу	52,82	см ²
A _{v,y}	Умовна площа зрізу вздовж осі U	27,576	см ²
A _{v,z}	Умовна площа зрізу вздовж осі V	11,668	см ²
α	Кут нахилу головних осей інерції	0	град
I _y	Момент інерції відносно центральної осі Y1, паралельної осі Y	3820	см ⁴
I _z	Момент інерції відносно центральної осі Z1, паралельної осі Z	1334	см ⁴
I _t	Момент інерції при вільному крученні	17,744	см ⁴
I _w	Секторальний момент інерції	114140,366	см ⁶
i _y	Радіус інерції відносно осі Y1	8,504	см
i _z	Радіус інерції відносно осі Z1	5,025	см
W _{u+}	Максимальний момент опору відносно осі U	391,795	см ³
W _{u-}	Мінімальний момент опору відносно осі U	391,795	см ³
W _{v+}	Максимальний момент опору відносно осі V	133,4	см ³
W _{v-}	Мінімальний момент опору відносно осі V	133,4	см ³
W _{pl,u}	Пластичний момент опору відносно осі U	432,038	см ³
W _{pl,v}	Пластичний момент опору відносно осі V	202,741	см ³
I _u	Максимальний момент інерції	3820	см ⁴
I _v	Мінімальний момент інерції	1334	см ⁴
i _u	Максимальний радіус інерції	8,504	см
i _v	Мінімальний радіус інерції	5,025	см
a _{u+}	Ядрова відстань уздовж позитивного напрямку осі Y(U)	2,526	см
a _{u-}	Ядрова відстань уздовж від'ємного напрямку осі Y(U)	2,526	см
a _{v+}	Ядрова відстань уздовж позитивного напрямку осі Z(V)	7,418	см
a _{v-}	Ядрова відстань уздовж від'ємного напрямку осі Z(V)	7,418	см
P	Периметр	115,468	см

Після задавання всіх необхідних параметрів елемента програмний комплекс здійснює процес підбору перерізу та перевірок, необхідних для підтвердження нормальної експлуатації конструкції в даних умовах (таблиця 2.5).

Таблиця 2.5 — Результат проведення перевірок

Результати розрахунку	
Перевірка	Коефіцієнт використання
Міцність під дією згинального	
Міцність при дії поперечної сили Q_z	0,035
Міцність при спільній дії поздовжньої сили та згинальних моментів без урахування пластичності	0,253
Стійкість при стисненні в площині XOY (XOU)	0,116
Стійкість при стисненні в площині XOZ (XOV)	0,106
Стійкість у площині дії моменту M_y при позацентровому стисненні	0,267
Стійкість поза площиною дії моменту M_y при ексцентричному стисненні	0,281
Міцність при центральному стисненні/розтягуванні	0,087
Міцність за зведеними напруженнями при одночасній дії згинального моменту та поперечної сили	0,139
Гранична гнучкість у площині XOY	0,373
Гранична гнучкість у площині XOZ	0,309

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 в таблиці 2.6:

Таблиця 2.6 — Геометричні перерізи елементів основи колони

Ескіз	Параметри перерізів
	Анкерні болти діаметром 30 зі сталі Ст3пс4
	$h_p = 375$ мм $b_p = 265$ мм $t_p = 20$ мм $h_r = 100$ мм $d_t = 90$ мм $t_r = 12$ мм $S = 110$ мм $C_5 = 46$ мм $a_2 = 44$ мм $k_1 = 6$ мм $k_2 = 7$ мм

Висновок: підібрані перерізи елементів колони забезпечують міцність, жорсткість і стійкість конструкції.

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 наявних 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 оранжерейно-тепличного комплексу, призначеного для вирощування овочевих і квіткових культур, їх первинного зберігання, перероблення, фасування та підготовки до реалізації. Прийняте проєктне рішення поєднує виробничі, тепличні, оранжерейні, адміністративно-побутові та допоміжні функції в межах одного комплексу, що створює передумови для організованого проходження продукції від етапу вирощування до її подальшого зберігання або переробки.

Мету роботи досягнуто шляхом розроблення архітектурно-будівельних, технологічних і конструктивних рішень з урахуванням умов будівельного майданчика, специфіки агропромислового об'єкта, вимог до мікроклімату, пожежної безпеки, просторової стійкості сталевого каркаса та безпечної експлуатації комплексу.

Будівельний майданчик розташований в селі Зозулинці Чортківського району. Територія є вільною від забудови та має рівнинний рельєф, що дозволило передбачити раціональне розміщення основних будівель, внутрішніх проїздів, пішохідних зв'язків, автостоянок, складських та інвентарних приміщень, трансформаторів, септиків і зон озеленення. Генеральний план також враховує рух легкового й вантажного транспорту, потреби виробничого обслуговування та можливість доступу пожежно-рятувальної техніки.

Функціональну структуру комплексу сформовано з чотирьох взаємопов'язаних частин: тепличного, оранжерейного, виробничого та адміністративно-побутового відділень. Такий поділ дає змогу відокремити процеси вирощування рослин від адміністративної діяльності, побутового обслуговування персоналу, зберігання сировини та перероблення готової продукції.

У тепличному відділенні передбачено вирощування овочевих культур із застосуванням гідропонної системи, механізованого зрошення, вентиляції, затінення, опалення та охолодження повітря. Оранжерейне відділення призначене для

виращування квітів із підтриманням необхідного температурно-вологісного режиму, крапельним поливом і подальшим зберіганням зрізаних рослин у холодильних приміщеннях. Виробничий цех забезпечує очищення, термічне оброблення, копчення, подрібнення, фасування та зберігання овочевої продукції.

Адміністративно-побутовий блок запроектовано двоповерховим. У його складі передбачено приміщення керівництва, бухгалтерії, агронома, інженерного персоналу, медичний кабінет, конференц-зал, архів, гардеробні, душові, санітарні вузли, кімнати персоналу та інші допоміжні приміщення. Прийнята структура створює належні умови для управління виробництвом, побутового обслуговування працівників та організації їхньої роботи.

Конструктивну систему комплексу прийнято каркасною. Основними несучими елементами тепличного, оранжерейного та виробничого відділень є сталеві колони, кроквяні ферми, прогони та системи вертикальних і горизонтальних зв'язків. В адміністративно-побутовій частині передбачено монолітне залізобетонне перекриття по профільованому настилу. Просторова жорсткість комплексу забезпечується сумісною роботою сталевих рам, ферм, колон і зв'язкових елементів.

Для тепличного та оранжерейного відділень прийнято світлопрозорі огорожувальні конструкції зі склопакетів, які забезпечують природне освітлення, необхідне для розвитку рослин. Виробничий цех та адміністративно-побутова частина запроектовані із застосуванням утеплених стінових і покрівельних сендвіч-панелей. Між окремими функціональними відділеннями передбачено деформаційні шви, які одночасно виконують антисейсмічну функцію в умовах сейсмічності району будівництва 7 балів.

У проєкті опрацьовано рішення зовнішнього та внутрішнього оздоблення відповідно до умов експлуатації приміщень. Для адміністративно-побутових зон передбачено матеріали, придатні для постійного перебування персоналу та регулярного прибирання. У виробничому цеху прийнято зносостійкі бетонні підлоги,

а в тепличному й оранжерейному відділеннях — рішення, що сприяють підтриманню необхідного мікроклімату та функціонуванню світлопрозорих огорожень.

У розрахунково-конструктивному розділі зібрано постійні, снігові, вітрові та сейсмічні навантаження на елементи сталевого каркаса. Виконано розрахунок сталевий кроквяної ферми та позацентрово стиснутої колони. Результати моделювання використано для підбору перерізів основних елементів і перевірки їхньої роботи за умовами міцності, жорсткості та стійкості.

Окремо опрацьовано заходи пожежної безпеки. Для кожного функціонального відділення передбачено самостійні евакуаційні виходи, протипожежні перешкоди між частинами комплексу з різним функціональним призначенням, первинні засоби пожежогасіння та зовнішні пожежні гідранти. Такі рішення спрямовані на своєчасну евакуацію людей, обмеження поширення пожежі та створення умов для її ліквідації на початковій стадії.

У розділі безпеки життєдіяльності й охорони праці розглянуто вимоги до організації будівельного майданчика, виконання монтажних, вантажно-розвантажувальних та інших будівельних робіт, застосування засобів індивідуального захисту, утримання робочих місць і запобігання виробничому травматизму. Передбачені також заходи щодо охорони довкілля та раціонального використання природних ресурсів.

У кваліфікаційній роботі виконано основні завдання проєктування оранжерейно-тепличного комплексу: розроблено генеральний план і функціональне зонування, обґрунтовано об'ємно-планувальне та технологічне рішення, прийнято сталеву каркасну систему, передбачено світлопрозорі й утеплені огорожувальні конструкції, виконано розрахунок ферми та колони, а також визначено заходи пожежної безпеки, охорони праці та захисту довкілля. Прийняті рішення є взаємопов'язаними та відповідають темі роботи — «Проєкт оранжерейно-тепличного комплексу».

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.