

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

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

# КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

**Магістра**

(назва освітнього ступеня)

на тему: Проект спорткомплексу на 124 місць в Коломиї з дослідженням  
напружено-деформівного стану каркасу

Виконав(ла): студент(ка) \_\_\_\_\_ курсу, групи МБд-19  
спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія

(шифр і назва спеціальності)

\_\_\_\_\_ **Облещук О. В.**  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник \_\_\_\_\_  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль \_\_\_\_\_  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Рецензент \_\_\_\_\_  
(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

Ясній В.П.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

«    »

20\_\_ р.

**ЗАВДАННЯ  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

на здобуття освітнього ступеня Магістр  
(назва освітнього ступеня)

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

студенту Облещук Олександр Вікторович  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект спорткомплексу на 124 місць в Коломиї з дослідженням  
напружено-деформівного стану каркасу

Керівник роботи Баран Денис Ярославович, к.т.н., доц.  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ року № \_\_\_\_\_

2. Термін подання студентом завершеної роботи \_\_\_\_\_

3. Вихідні дані до роботи \_\_\_\_\_

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

1. Архітектурний розділ. 2. Розрахунково-конструктивний розділ. 3. Науково-дослідна  
частина. 4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)  
8 листів формату А1



ЗМІСТ	
ВСТУП	6
1. РОЗДІЛ АРХІТЕКТУРНО БУДІВЕЛЬНИЙ РОЗДІЛ	9
1.1. Характеристика об'єкта і умов будівництва	9
1.1.1. Архітектурно-конструктивні особливості	11
1.1.2. Генеральний план і благоустрій.	11
1.2.. Об'ємно-планувальне рішення	12
1.2.. Конструктивні рішення	14
1.3. Інженерні мережі	16
1.3.1. Водопостачання та водовідведення	16
1.3.2. Пожежогасіння	16
1.3.3. Опалення та вентиляція	16
1.3.4. Електропостачання	16
1.4. Розрахунок огорожувальних конструкцій	16
1.4.1. Теплотехнічний розрахунок зовнішньої стіни	16
1.4.2. Теплотехнічний розрахунок вікон	19
1.4.3. Теплотехнічний розрахунок покрівлі над фойє третього поверху.	20
1.4.4. Теплотехнічний розрахунок перекриття на відм. 0,000.	21
2. РОЗДІЛ 2 РОЗРАХУНКОВО КОНСТРУКТИВНИЙ РОЗДІЛ	23
2.1. Розрахунок і конструювання кроквяної ферми і спарних куточків	.24
2.1.1. Вихідні дані	24
2.1.2. Статичний розрахунок ферми	24
2.1.3 Підбір перерізів стержнів ферми	33
2.1.4. Розрахунок зварних швів при кріпленнях решітки ферми до верхнього і нижнього поясів	35
2.2. Розрахунок і конструювання поперечної сталевий рами .....	41
2.2.1 Компановка каркаса	41
2.2.2 Збір навантажень на поперечну раму	45
2.2.3 Статичний розрахунок поперечної рами	44

	5
Висновки	48
РОЗДІЛ 3 НАУКОВО ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ	49
3.1 Конструктивні особливості зварних ферм	49
3.2 Загальні відомості. Суть економічного ефекту	52
3.3 Витрати на виготовлення нової конструкції зварної Ферми	54
3.4 Економічна ефективності від використання результатів дипломної роботи	55
РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	
.	56
4.1 Охорона праці	56
4.2 Правила охорони праці під час зварювання металів	57
4.3 Безпека в надзвичайних ситуаціях	60
Висновки	64
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	65

## ВСТУП

Проектування спорткомплексу на 124 місця в м. Коломия з дослідженням ефективності каркасу, передбачає собою розроблення ряду заходів розрахунку і комп'ютерного моделювання поперечної рами кваркасу

Оптимальне комп'ютерне моделювання каркасу дозволяє підібрати оптимальне співвідношення міцкості і вартості виконаних матеріалів. Для даного проекту виконується комп'ютерне моделювання, кроквяних ферм і колон а також декілька видів наближення що дозволяють змоделювати декілька варіантів каркасу перш чим отримати оптимальний результат. Проектна ферма після розрахунку прийнята із рівнополичних кутників буде поівняна з аналоговою фермою із ЛСТК.

Основним фінальним висновком даної дипломної роботи є порівняння вартості ферми із металевих кутників із фермою із ЛСТК.

**Актуальність теми** В даному проекті досліджується порівняння економічної ефективності каркасу із ЛСТК і каркасу із каркасу на болтових з'єднаннях. При однакових розрахункових загрузках на метало каркас. Для порівняння використовується прогони по даху, а також розраховується вартість зовнішньої обв'язки по колонах під огорожуючи конструкцію і їх економічне порівняння. Між обв'язкою із ЛСТК, у порівнянні з обв'язкою з профільних труб на болтових з'єднаннях.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дипломна робота магістра виконана згідно з напрямком наукових досліджень кафедри будівельної механіки Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя.

**Мета й завдання дослідження.** Мета дипломної роботи є визначення більш ефективного вибору технології для метало каркасу. Розглянути і порівняти два

варіанти елементів метало каркас із ЛСТК і на болтових з'єднаннях. Їх економічне порівняння.

Для досягнення мети вирішуються наступні завдання:

Визначення вартості конструкції із ЛСТК.

Визначення вартості конструкції із кутників.

Порівняння вартості двох варіантів двох варіантів метало каркасу.

**Об'єкт дослідження** – Проект спорткомплексу з дослідженням вартості метало каркасу із ЛСТК із каркасом із чорного металопрокату.

**Предмет дослідження** – економічна доцільність виконання ЛСТК елементів на металокаркасу.

**Методи дослідження:** Розрахунок кошторисної вартості обв'язки метало каркасу із ЛСТК в порівнянні з варіантом із профільних труб.

**Наукова новизна одержаних результатів:**

- розглянемо вартість метало каркасу із обв'язкою із ЛСТК.
- розглянемо вартість метало каркасу із рівнополочних кутників на болтових з'єднаннях
- Економічне порівняння.

**Практичне значення одержаних результатів.** Порівняння ефективності використання обв'язки метало каркасу із ЛСТК і профільних труб.

**Апробація результатів магістерської роботи.** Матеріали роботи доповідались і обговорювались на II науковій конференції Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя механіко-

**Публікації:** здійснена у збірнику тез вищезазначеної конференції.

Робота виконана згідно з тематикою науково-дослідних робіт кафедри будівельної механіки ТНТУ та державними програмами надійності і економічності будівельних виробів, матеріалів і конструкцій.

**Ключові слова:** Прогони із ЛСТК, болтове з'єднання, економічна ефективність каркасу.



## РОЗДІЛ 1 АРХІТЕКТУРНО БУДІВЕЛЬНИЙ РОЗДІЛ

### *. 1.1. Характеристика об'єкта і умов будівництва*

#### *Загальні дані*

Проектований об'єкт розроблений для будівництва в м Коломия. Зі східного боку від спортивного комплексу розташована житлові будинки, а на південь від комплексу буде збудований торговий центр

Будівля орієнтоване головним входом на Північ. Крім головного входу, є допоміжні виходи на першому поверсі з інших трьох сторін. На західній стороні розташований вхід в касовий зал, входи в сауну і два евакуаційні виходи. На південній стороні також є два евакуаційних виходи. На східній стороні є під'їзд і вхід для обслуговування буфету. є два під'їзди до будівлі з боку вулиці

На тереторі розташовані допоміжні споруди для заняття спортом, такі як разминочная майданчик і тренувальний майданчик, яка представляє собою поле для гри в міні футбол. З південного боку є парк для піших прогулянок. Газони влаштовуються лугового типу (посів трави) з додаванням рослинної землі.

В цілому, будівля. Спортивного комплексу гармонійно вписується в архітектурну концепцію міста

#### *Природно-кліматичні умови будівництва*

В цілому для району досліджень характерний різко континентальний клімат з суворою тривалою зимою і нетривалим прохолодним літом, короткими перехідними весняним і осіннім сезонами, різкими коливаннями температури протягом року і навіть діб.

Середня місячна температура повітря найхолоднішого місяця - січня, становить мінус 22,4°C. Абсолютний мінімум - мінус 26,0°C. Середня

добова амплітуда температури повітря найбільш холодного місяця становить  $5,9^{\circ}\text{C}$ .

Середня місячна температура самого теплого місяця року - липня - плюс  $27,6^{\circ}\text{C}$ . Абсолютний плюс  $34,0^{\circ}\text{C}$ . Середня добова амплітуда температури повітря найбільш теплого місяця складає  $10,4^{\circ}\text{C}$ .

Середньорічна кількість опадів становить більше 530 мм. Сніговий покрив з'являється на початку жовтня, встановлюється в середньому 12 листопада

### **Геологічна будова і гідрогеологічні умови ділянки.**

Об'єкт досліджень знаходиться в південній частині Західно-української височини.

Поверхні в окремих випадках ускладнені горбистим мікрорельєфом.

На момент проведення досліджень на досліджуваних ділянках території розкриті тільки надмерзлотні води сезонно-талого шару і непрямих таликов. Води безнапірні, прісні, гідрокарбонатні калієво-магнієві. Глибина залягання від 0,2 м до 2,0 м.

Підземні води на досліджуваній ділянці мають слабку агресивністю до бетонів нормальної щільності..

Ділянка інженерно-геологічних вишукувань розташованій в зоні розвитку гірських порід

Відсіпання майданчика будівництва і доріг проводиться піщаним ґрунтом з місцевих кар'єрів

На підставі просторової мінливості приватних значень показників фізичних властивостей ґрунтів, визначених лабораторними методами і матеріалів попередніх інженерно-геологічних досліджень на даній території, а також відповідно до вимог ГОСТ 20522-96, СНиП 2.02.01-83, ГОСТ 25100-95 в розрізі виділено 19 інженерно-геологічних елементів (ІГЕ). Для відображення виділених ІГЕ був використаний «Класифікатор ґрунтів», розроблений у відділі інженерних вишукувань ТОВ ДП «Промнефтегазекологія».

### **1.1.1. Генеральний план і благоустрій.**

Ділянка являє собою в плані багатокутник площею 24273,9 м<sup>2</sup>.

Проектом передбачається господарсько-протипожежний в'їзд на територію комплексу та два в'їзду на прилеглу парковку, з твердим асфальтобетонним покриттям і облаштований тротуар з дорожньо-декоративної плитки для пішоходів.

Проект виконаний з дотриманням вимог норм і правил та забезпечує пожежобезпечність в процесі експлуатації будівель і споруд.

<b>Технико-экономические показатели генерального плана</b>	
Площадь используемой территории	14971 м <sup>2</sup>
Площадь застройки	3557м <sup>2</sup>
Площади проездов, стоянок и тротуаров с твердым покрытием	10249 м <sup>2</sup>
Площади, занятые под озеленение	6834м <sup>2</sup>

Благоустрій території передбачає:

- пристрій під'їздів з твердим асфальтобетонним покриттям з пристроєм бордюрів по піщаному основі;
- пристрій тротуарів з твердим асфальтобетонним покриттям і пристроєм бордюрів;
- влаштування автомобільних стоянок.

Озеленення території вирішено шляхом посадки дерев і чагарників місцевих порід, пристрої газонів, квітників та клумб. Також в місці розташування парку передбачено влаштування фонтанів.

Для будівництва передбачений постійний землевідведення. Необхідність додаткового відводу земель на період будівництва немає.

Вертикальне планування майданчика виконана з урахуванням формування рельєфу території, що забудовується, що забезпечує відведення поверхневих вод з

ділянки. Ув'язка природного рельєфу з умовами забудови виконується за рахунок підрізування і підсипання ґрунту.

### ***1.1.2. Об'ємно-планувальне рішення***

Архітектурно - планувальні рішення будівлі виконані відповідно до вимог [1], технічним завданням замовника. Будівля запроектована II ступеня вогнестійкості, відповідно до вимог [2].

Спортивний комплекс має різну поверховість, в плані прямокутної форми. Розмір будівлі в осях 1-22 становить 66,0 м, в осях А-П - 52,2 м. Висота будівлі - 23,600 м.

При проектуванні громадського будинку вибір поверховості здійснювався з урахуванням композиційних, містобудівних та економічних вимог. Висота проєктованої будівлі обрана відповідно до пропорцій його об'ємної форми. Крім того, будівля повинна перебувати в гармонійній взаємозв'язку з поверховістю забудови району і не викликати додаткового подорожчання будівництва.

Будівля умовно поділено на 4 секції: 1 секція призначена для відвідувачів, на першому поверсі якого знаходиться вестибюль з гардеробами, касою і санітарними вузлами. Звідси по центральних сходах здійснюється підйом на вище розташовані поверхи.

На другому поверсі розташовано фойє та роздягальні для спортсменів. З фойє здійснюється вхід в спортивний зал. На третьому поверсі розташовані готельні номери, балкони для глядачів і коментаторських і місця для освітлювачів і звукооператорів.

2 секція. На першому поверсі, призначений для спортсменів і персоналу. Тут розташовані допоміжні приміщення з двома саунами, масажними кабінетами і т.д. На другому поверсі розташовуються приміщення дирекції Центру. Третій поверх призначений тільки для спортсменів, там розташовані готельні номери.

3 секція. На першому поверсі він призначений для персоналу обслуговуючого буфет, там розташовані допоміжні приміщення буфету. На другому поверсі розташовані тренерські кабінети і методичний клас. На третьому

поверсі цей об'єкт служить для обслуговування готельних номерів. Там розташовані приміщення білизняних і чергового обслуговуючого персоналу.

4 секція. На першому поверсі він призначений як для спортсменів, так і для відвідувачів. Там розташовується буфет, два басейни, тренажерний і розминку зали та роздягальні. На другому поверсі знаходиться великий спортивний зал з трибунами для глядачів і інвентарна.

Великий спортивний зал відповідає всім стандартам і підходить для проведення змагань світового рівня.

Евакуація з другого і третього поверхів будівлі здійснюється по центральних сходах в вестибюль першого поверху і по сходах розташованим на кутах будівлі безпосередньо назовні.

Склад і площі запроектованих приміщень і служб відповідає завданням на проектування і функціональному призначенню об'єкта.

## **1.2. Конструктивні рішення**

У проєкті, що розробляється мають місце такі конструктивні рішення:

1) Фундаменти запроектовані по I принципу використання ММГ в якості підстави на підставі звіту по інженерно-геологічних вишукувань. За відносно позначку 0.000 прийнято рівень чистого статі 1-го поверху.

Під будівлю запроектовані бурозабівніе палі з  $L = 6,0$  м, по паль запроектований монолітний армований ростверк. При влаштуванні пальових основ під фундаменти:

- підвищується надійність роботи фундаментів,
- зменшуються земляні роботи,
- зменшується матеріаломісткість,
- можливість працювати в зимовий період часу без боязні промерзання ґрунтової основи.

Запроектовані пальові конструкції із залізобетонних паль С60.30.10 по [3] з монолітними залізобетонними ростверком.

1) 1) Внутрішній несучий шар зовнішньої стіни виконується з керамічної повнотілої цегли марки К-100/1/35 товщиною 510 мм., На цементно-піщаному розчині марки М50 з утепленням пенополістрол. Зовнішній шар стіни виконаний за технологією вентиляованого фасаду, з композитного матеріалу. Внутрішні стіни виконуються товщиною 380 мм з повнотілої цегли марки К100 / 1/25 по [5] на цементно-піщаному розчині марки М50.

2) 1) Перегородки в сухих приміщеннях виконуються товщиною 120 мм з саману марки КП-0 75/15 по [5] на розчині М50. Перегородки в мокрих приміщеннях виконуються з глиняної звичайної цегли пластичного пресування марки К-75/1/25 на цементно-піщаному розчині марки М50 товщиною 120 мм, армовані 2 Ø5Вр-І через 2 ряди кладки по висоті. Пристрій перегородок проводиться одночасно з кладкою стін. Елементи металіческого каркаса здания выполнены из стали марки С375. Покрытие кровли спортивного зала выполнено из металіческих ферм ФС-1. Колонны каркаса спортивного зала К-1, запроектированы в виде двутавра 40К2 и также выполнены из стали С375.

3) Покриття покрівлі - ребриста залізобетонна плита з металевим фермам, над спортзалом і залізобетонна плита перекриття по металевих балках і по несучих стін в інших частинах будівлі.

4) Внутрішні сходові клітини спроектовані із збірних залізобетонних елементів по [6] і [7; вип.1.] Сходи двохмаршові з опертям на сходові площадки. Ухил сходів - 1: 2. Сходові клітки мають природне і штучне освітлення. Всі двері по сходових клітках в тамбурах і відкриваються у бік виходу з будівлі. Огорожа сходів виконується з металевих ланок ..

5) Двері прийняті: а) внутрішні пластикові - по [8]; б) зовнішні металеві - по [9]. Двері застосовані як однопільні, так і двопільні розміром: висотою 2,2 м і шириною 1,5; 1,2; 0,9; 0,8; 0,7 м. Для забезпечення швидкої евакуації всі двері відкриваються назовні у напрямку руху на вулицю виходячи з умов евакуації

людей при пожежі. Дверні коробки закріплені в отворах за допомогою металевих стрижнів заанкерених в стіну.

6) Щоб уникнути знаходження дверей у відкритому стані або грюкання встановлюють спеціальні пружинні пристрої, які тримають двері у відкритому стані і плавно повертають двері в закритий стан без удару. Двері обладнуються ручками, засувками і врізними замками.

7) Вітражі і вікна в значній мірі визначають ступінь комфорту в будинку і його архітектурно-художнє рішення. Вони підібрані по [10], відповідно до площами освітлюваних приміщень і мають подвійне скління. Основи вітражів, тобто коробки і палітурки виконуються з алюмінію, що в 2,5-3 рази легше сталевих. Дані вітражі є корозійностійких і декоративними.

8) Підлоги в громадських будівлях повинні задовольняти вимогам міцності, опірності зносу, достатньої еластичності, безшумності, зручності прибирання. Вони виконані з керамограніта, кахельної плитки і лінолеуму, у відповідних приміщеннях.

9) Внутрішнє оздоблення приміщень: фарбування водоемульсійними і олійними фарбами, облицювання глазурованою плиткою, обклеювання шпалерами. У саунах обробка з дерева. Наружная отделка: вентилируемый фасад из композитных материалов

10) Для обеспечения нормальных условий для отвода воды предусматривается отмостка из брусчатки по всему периметру здания.

### **1.3.1. Водопостачання та водовідведення**

Водопостачання передбачається від існуючого водопроводу  $\square 150$  мм з підключенням до існуючого колодязя. Гаряче водопостачання запроектовано від міської ТЕЦ. Для господарсько-побутових потреб використовується вода з міських мереж. Каналізаційна внутрішня система підключена до центральної міської мережі.

### **1.3.2. Пожежогасіння**

Зовнішнє пожежогасіння передбачено з живленням від пожежних гідрантів кільцевої мережі зовнішнього водопроводу. Внутрішнє пожежогасіння здійснюється за допомогою автоматичних пристроїв, підключених до загального напірного протипожежного водопроводу.

### 1.3.3. Опалення і вентиляція

Опалення центральне, від міської ТЕЦ. Система вентиляції передбачається як шахтна, з природним спонуканням руху повітря, так і примусова.

### 1.3.4. Електропостачання

Будівля підключено до міської електромережі.

## 1.4. Розрахунок огорожувальних конструкцій

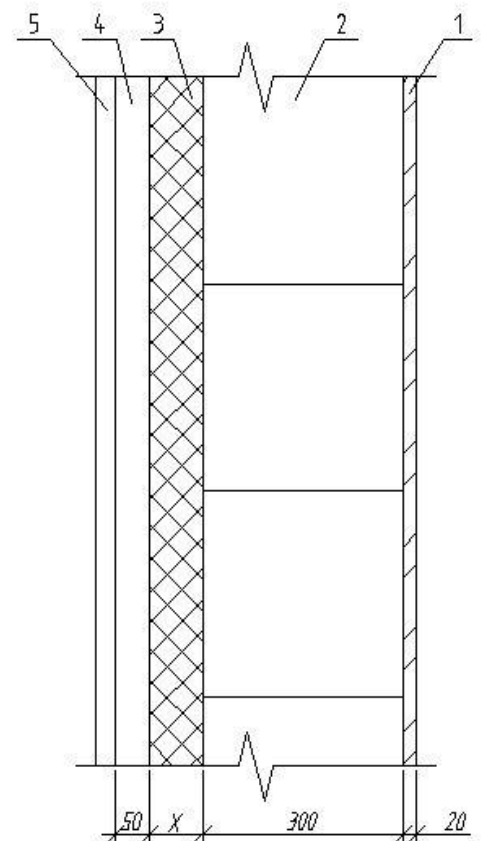
### 1.4.1. Теплотехнічний розрахунок зовнішніх стін

Початкові дані:

- 1) Район будівництва - м Коломия
- 2) Кліматичний район – 5
- 3) Відносна вологість  $\varphi_{int} = 78\%$
- 4) Умови експлуатації - Б [8];
- 5) Внутрішня температура  $t_{int} = +18\text{C}$  [9];
- 6) Зовнішня температура  $t_{ext} = -26\text{C}$  [7];
- 7) Для розрахунку приймаємо наступну конструкцію стіни:
- 8) Штукатурка  $\delta_1 = 0,02\text{м}$ ,  $\lambda_1 = 0,76\text{Вт/м}\cdot\text{C}$

$$\lambda_1 = \frac{0,76 \text{ Вт}}{0,02 \text{ м} \cdot \text{C}}$$

- 9) Цегляна кладка  $\delta_2 = 0,51\text{м}$ ,  $\lambda_2 = 0,64\text{Вт/м}\cdot\text{C}$





- 10) Утеплювач ВЕНТИ БАТТС  $\delta_3=x$  м,  $\lambda_3=0,04 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{°C}}$
- 11) Воздушна прослойка  $\delta_4=0,05$  м

)Навісні панелі (в розрахунку не беруть участь)

Градусо-добу опалювального періоду  $D_d$ ,  $\text{°C} \cdot \text{дою}$ :

$$D_d = (t_{int} + t_{ext})z_{ht}, \quad (1)$$

де  $t_{int} = 18^\circ\text{C}$

$t_{int}$  - середня температура зовнішнього повітря,  $^\circ\text{C}$ , опалювального періоду, яка приймається для періоду з середньою добовою температурою зовнішнього повітря не більше  $8^\circ\text{C}$ ,  $t_{ht} = -13,1^\circ\text{C}$  [7]

$z_{ht}$  - тривалість, діб, опалювального періоду, яка приймається для періоду з середньою добовою температурою зовнішнього повітря не більше  $8^\circ\text{C}$ ,

$z_{ht} = 286$  діб [7], тоді:

$$D_d = (18 - (-13,1)) \times 286 = 8894,6^\circ\text{C} \cdot \text{доб.}$$

$$R_{reg} = 0,0003 * 8894,6 + 1,2 = 3,86 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт.}$$

За значенням  $D_{dpo}$  [8] (для стін громадської будівлі) визначаємо нормоване значення опору теплопередачі  $R_{reg}$ ,  $\text{м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$ . Оскільки значення  $D_{dne}$  приймає табличній величини, то скористаємося формулою:

де  $a$ ,  $b$  - коефіцієнти, значення яких слід приймати по [8, п. 5.2, табл. 3] для відповідних груп будинків (в нашому випадку  $a = 0,0003$  і  $b = 1,2$ ), тоді:

Далі визначаємо приведений опір теплопередачі  $R_0$ ,  $\text{м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$ , заданої багатошарової ОК, яке повинно бути не менше нормованого значення  $R_{reg}$ ,  $\text{м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$ , ( $R_0 \geq R_{reg}$ ).  $R_0$  знаходимо як суму термічних опорів окремих шарів з урахуванням опорів теплопередачі внутрішньої ( $R_{si}$ ) і зовнішньої ( $R_{se}$ ) поверхонь ОК і за формулою:

$$R_0 = R_{si} + R_1 + R_2 + R_3 + R_{al4} + R_{se}, \quad (3)$$

де  $R_{si}$  и  $R_{se}$  відповідно рівні:

$$R_{si} = \frac{1}{\alpha_{int}}, \quad (4)$$

$$R_{se} = \frac{1}{\alpha_{ext}}, \quad (5)$$

де  $\alpha_{int}$  - коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні О.К., Вт / (м<sup>2</sup> · °С),  $\alpha_{int} = 8,7$  Вт / (м<sup>2</sup> · °С) приймається по [8, п. 5.2, табл. 4];

$\alpha_{ext}$  - коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні О.К, Вт / (м<sup>2</sup> · °С),  $\alpha_{ext} = 23$  Вт / (м<sup>2</sup> · °С) приймається по [8, п. 5.4, табл. 6].

$R_1, R_2, R_3$ , - термічні опори окремих шарів О.К., м<sup>2</sup> · °С / Вт, які дорівнюють:

$$R_i = \frac{\delta_i}{\lambda_i}, \quad (6)$$

де  $\delta_i$  - товщина і-го шару О.К., м;

$\lambda_i$  - розрахунковий коефіцієнт теплопровідності матеріалу шару, Вт / (м · °С).

$R_{al}$  - термічний опір замкнутих повітряних прошарків, яке залежить від:

- 1) товщини повітряного прошарку;
- 2) розташування повітряного прошарку відносно напрямку руху теплового потоку (вертикально або горизонтально);
- 3) температури повітря в прошарку,  $i$  визначається по [9, табл.7].

У нашому випадку дорівнює:  $R_{al} = 0,17$  м<sup>2</sup> · °С / Вт,

тоді:

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_{int}} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + R_{al} + \frac{1}{\alpha_{ext}}, \quad (7)$$

Виходячи з того, що  $R_0 \geq R_{reg}$ , підставляємо числові значення в формулу (7) і отримуємо:

Округляем  $x$  до найближчої промислової величини:

$$x = 110 \text{ мм}$$

Далі перераховуємо  $R_0$  з округленим значенням  $x$ :

$$R_0 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,02}{0,76} + \frac{0,51}{0,64} + \frac{0,11}{0,04} + 0,17 + \frac{1}{23} = 4,1385 \text{ м}^2 \cdot \text{°С} / \text{Вт}$$

$$3,86 < 4,14$$

Таким чином, загальна товщина О.К. становить:

$$\delta_{\text{О.К.}} = \delta_1 + \delta_2 + \delta_3 + \delta_4 = 20 + 510 + 110 + 50 + 30 = 720 \text{ мм},$$

яка забезпечує вимоги теплового захисту будівель за показником "Б", т.к.  $R_0 = 4,14 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт} > R_{\text{рег}} = 3,86 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$ .

#### 1.4.2. *Теплотехнічний розрахунок вікон*

$$R_{\text{рег}} = 0,79 \text{ м}^2 \cdot \frac{\text{°C}}{\text{Вт}} \text{ т.к. } D_d = 8894,6 \text{ °C} \cdot \text{сут.} \Rightarrow$$

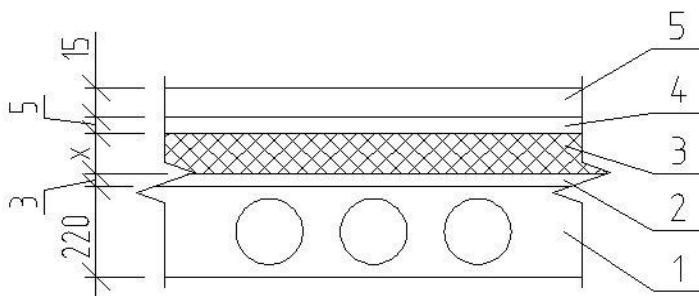
$$R_0 = 0,81 \text{ м}^2 \cdot \frac{\text{°C}}{\text{Вт}} > R_{\text{рег}} = 0,79 \text{ м}^2 \cdot \frac{\text{°C}}{\text{Вт}}$$

Приймаємо скло і двокамерний склопакет а роздільних палітурках з м'яким селективним покриттям [9, табл.5]

#### 1.4.3. *Теплотехнічний розрахунок покрівлі над фойє третього поверху.*

1. Умови експлуатації - А [8];
2. Внутрішня температура  $t_{\text{int}} = + 18\text{°C}$  [9];
3. Зовнішня температура  $t_{\text{ext}} = - 26\text{°C}$  [7];

Для розрахунку приймаємо наступну конструкцію покрівлі:



1. Умови експлуатації - А [8];
2. Внутрішня температура  $t_{\text{int}} = + 18\text{°C}$  [9];
3. Зовнішня температура  $t_{\text{ext}} = - 26\text{°C}$  [7];

Для розрахунку приймаємо наступну конструкцію покрівлі

$$1) \text{ З/б плита } \delta_1=0,22 \text{ м, } \lambda_1=0,041 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{°C}}$$

$$2) \text{ Виробник Ізоспан } \delta_2=0,003 \text{ м, } \lambda_2=0,65 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{°C}}$$

$$3) \text{ Утеплювач РУФ БАТТС } \delta_3=x \text{ м, } \lambda_3=0,04 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{°C}}$$

$$4) \text{ Гидроізоляція } \delta_4=0,005 \text{ м, } \lambda_4=0,17 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{°C}}$$

$$5) \text{ Захисний шар на бітумній мастиці } \delta_5=0,015 \text{ м, } \lambda_5=0,47 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{°C}}$$

$$D_d = 8894,6 \text{ °C} \cdot \text{сут.}, \text{ тогдa } R_{reg} = 0,00035 \times 8894,6 + 1,3 = 4,41 \text{ м}^2 \cdot \frac{\text{°C}}{\text{Вт}}$$

$$R_0 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,22}{0,041} + \frac{0,003}{0,65} + \frac{x}{0,04} + \frac{0,005}{0,17} + \frac{0,015}{0,47} + \frac{1}{23} = 4,41 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$$

$$x = 148 \text{ м}$$

Округляем x до найближчої промислової величини:

$$x = 150 \text{ мм.}$$

Далі перераховуємо  $R_0$  з округленим значенням x:

$$R_0 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,22}{0,041} + \frac{0,003}{0,65} + \frac{0,17}{0,04} + \frac{0,005}{0,17} + \frac{0,015}{0,47} + \frac{1}{23} = 4,58 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$$

$$4,41 < 4,58$$

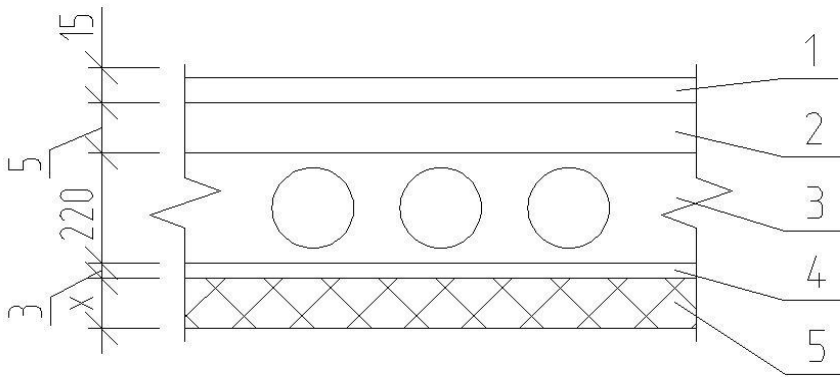
Таким чином, загальна товщина горіщного покриття становить:

$$\delta_{\text{о.к.}} = \delta_1 + \delta_2 + \delta_3 + \delta_4 + \delta_5 = 220 + 3 + 150 + 5 + 15 = 393 \text{ мм},$$

яка забезпечує вимоги теплового захисту будівель за показником "А", т.к.  $R_0 = 4,58 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт} > R_{reg} = 4,41 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$ .

#### **1.4.4. Теплотехнічний розрахунок перекриття на відм 0,000.**

Для розрахунку приймаємо наступну конструкцію перекриття:



$$1) \text{ Паркет } \delta_1=0,022 \text{ м, } \lambda_1=0,2 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \times \text{°C}}$$

$$2) \text{ Цементная стяжка } \delta_2=0,05 \text{ м, } \lambda_2=0,37 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \times \text{°C}}$$

$$3) \text{ 3/6 плита } \delta_3=0,22 \text{ м, } \lambda_3=0,041 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \times \text{°C}}$$

$$4) \text{ Пароізоляція } \delta_4=0,003 \text{ м, } \lambda_4=0,17 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \times \text{°C}}$$

$$5) \text{ Утеплювач ФЛОР БАТТС I } \delta_5=x \text{ м, } \lambda_5=0,041 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \times \text{°C}}$$

$$D_d = 8894,6 \text{ °C} \cdot \text{сут.}$$

тогда

$$R_{reg} = 0,00035 \times 8894,6 + 1,3 = 4,41 \text{ м}^2 \cdot \frac{\text{°C}}{\text{Вт}}$$

$$R_0 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,022}{0,2} + \frac{0,05}{0,37} + \frac{0,22}{0,041} + \frac{0,003}{0,17} + \frac{x}{0,041} + \frac{1}{23} = 4,41 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$$

$$x = 0,143 \text{ м} \approx 150 \text{ мм.}$$

Далі перераховуємо  $R_0$  з округленим значенням  $x$ :

$$R_0 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,022}{0,2} + \frac{0,05}{0,37} + \frac{0,22}{0,041} + \frac{0,003}{0,17} + \frac{0,05}{0,041} + \frac{1}{23} = 4,57 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$$

$$4,41 < 4,57$$

## РОЗДІЛ 2 РОЗРАХУНКОВО КОНСТРУКТИВНИЙ РОЗДІЛ

### 2.1 Розрахунок і конструювання ферми

Проліт ферми -  $L = 36$  м.

Крок ферм -  $B = 6$  м.

Обрис решітки - ферма трапецевидная, висотою в конику 3850 мм. і в опорних частинах 2900 мм. Спирається на колони шарнірне. Ухил верхнього пояса 20. Будівля опалювальне. Покрівля чотиришарова, з захисним шаром з гравію втопленого в бітумну мастику. Покриття утеплене, утеплювач - плити з екструдованого пінополістиролу «URSA». Покриття зі збірних залізобетонних ребристих плит розміром 6x1,5 м.

Місце будівництва - м Коломия.

Клас відповідальності будівлі - II.

Матеріал конструкцій: куточки - сталь С375, фасонки - сталь С390К по [22].

Сварка автоматична в човник зварювальним дротом марки СВ-10НМА [18] діаметром  $d = 3 \dots 5$  мм. На монтажі застосовується ручне зварювання електродами Е42 [19]. Болти нормальної точності класу 3.6.

Ферми не схильні до непосредствнно динамічним навантаженням.

#### *2.1.2 Статичний розрахунок ферм*

Для отримання розрахункових зусиль в стержнях ферми проводимо збір нагрузок.

Нагрузки від покриття вносимо в табличній формі:

Таблиця 1. Нагрузки діючі на кроквяну ферму

№ п/п	Вид нагрзуки	Нормативна нагрзука, $q^n$ ; кгс/м <sup>2</sup>	Коефіцієнт надійності, $\gamma_f$	Разрахункова нагрзука, $q^p$ ; кгс/м <sup>2</sup>
Постійні нагрзуки				
1.	Захисний слой на битумній мастиці ( $t=0,02$ м., $\rho=2100$ кг/м <sup>3</sup> )	42	1,3	54,6
2.	Гидроізоляція «Бикрост» 3 слоя (4кг/м <sup>2</sup> )	12	1,2	14,4
3.	Теплоізоляція «URSA» ( $t=0,15$ м., $\rho=45$ кг/м <sup>3</sup> )	6,75	1,2	8,1
4.	Пароізоляція «Ізоспан» (100гр/м <sup>2</sup> )	0,1	1,2	0,12
5.	Збірна залізобетона ребриста плита 6х1,5 м.	166,7	1,1	183,34
	Всього:	227,52	-	260,56
Тимчасові нагрзуки				
1.	Снігова нагрзука для V снігового району	224	0,7	320
	Повна нагрзука:	451,52	-	580,56

Розрахункова постійна нагрзука на ферму:

$$q_n = q_n^p B \gamma_n = 260,56 \cdot 6 \cdot 0,95 = 1485,19 \text{ кг} / \text{м}$$

Розрахунок снігової нагрзуки на ферму:

$$q_{ep} = q_{ep}^p B \gamma_n = 320 \cdot 6 \cdot 0,95 = 1824 \text{ кг} / \text{м}$$

Розрахункова кутува нагрзука на ферми:

- постійні нагрзуки

$$F_n = q_n d = 1485,19 \cdot 1,5 = 2227,78 \text{ кг}$$

- тимчасові нагрзуки

$$F_{ep} = q_{ep} d = 1824 \cdot 1,5 = 2736 \text{ кг}$$

де  $d$  – відстань між вузлами ферми;  $d=1.5$  м.

Визначення зусиль в стержнях ферми в програмі StarkES.

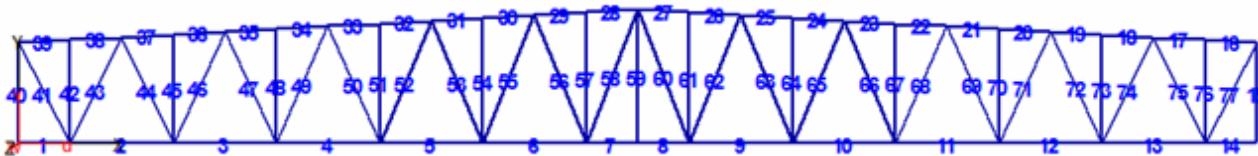


Рис 2.1 – Номерація стержнів ферми

Разглянемо дві комбінації загрузка ферм:

- Постійна і тимчасова нагрукка діє по загальній довжені

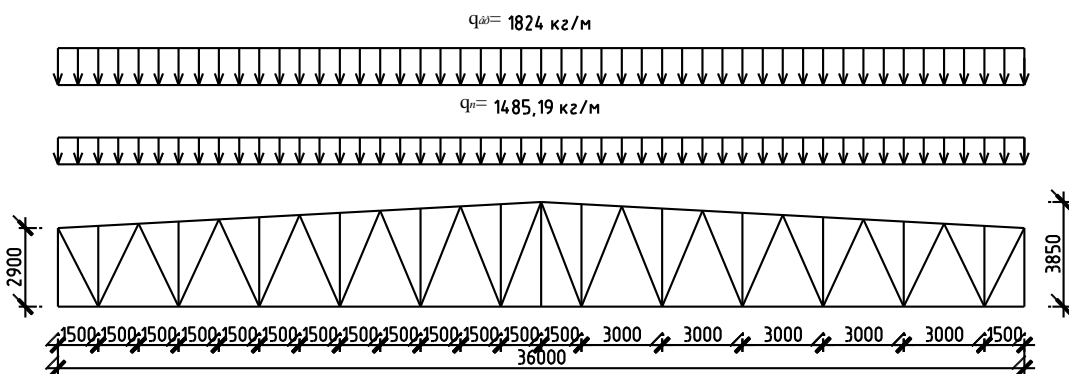


Рис 2.2 – Перша комбінація зусиль

Таблица 2. Зусилля в стержнях при першій комбінації нагрукков

Елем	Комб	Сеч. [м]	N [кН]	Q [кН]	M [кНм]
1	1	0.00	7.29	22.67	-12.27
		1.50	7.29	22.06	21.28
2	1	0.00	563.38	1.93	-7.52
		3.00	563.38	3.14	0.07
3	1	0.00	974.91	3.46	-9.20
		3.00	974.91	4.67	2.99
4	1	0.00	1254.49	1.20	-6.51
		3.00	1254.49	2.41	-1.08
5	1	0.00	1420.14	1.35	-7.31
		3.00	1420.14	2.57	-1.43
6	1	0.00	1486.95	-0.39	-5.49
		3.00	1486.95	0.82	-4.85
7	1	0.00	1469.99	-4.31	-0.50
		1.50	1469.99	-3.70	-6.50
8	1	0.00	1469.99	3.70	-6.50
		1.50	1469.99	4.31	-0.50
9	1	0.00	1486.95	-0.82	-4.85
		3.00	1486.95	0.39	-5.49
10	1	0.00	1420.14	-2.57	-1.43
		3.00	1420.14	-1.35	-7.31
11	1	0.00	1254.49	-2.41	-1.08
		3.00	1254.49	-1.20	-6.51
12	1	0.00	974.91	-4.67	2.99
		3.00	974.91	-3.46	-9.20
13	1	0.00	563.38	-3.14	0.07
		3.00	563.38	-1.93	-7.52
14	1	0.00	7.29	-22.67	12.27
		1.50	7.29	-22.06	-21.28
15	1	0.00	-630.61	7.29	-8.88
		2.90	-631.51	7.29	12.27
16	1	0.00	-296.49	-14.11	8.45
		1.50	-296.52	-14.71	-13.20



17	1	0.00	-302.23	-4.27	6.20
		1.50	-302.26	-4.88	-0.68
18	1	0.00	-786.38	-6.78	7.72
		1.50	-786.41	-7.39	-2.92
19	1	0.00	-789.39	-1.87	5.49
		1.50	-789.42	-2.48	2.22
20	1	0.00	-1129.61	-5.38	8.03
		1.50	-1129.64	-5.98	-0.51
21	1	0.00	-1131.60	-0.47	5.33
		1.50	-1131.63	-1.08	4.16
22	1	0.00	-1351.88	-3.19	6.43
		1.50	-1351.91	-3.80	1.18
23	1	0.00	-1353.39	-0.51	4.73
		1.50	-1353.42	-1.12	3.51
24	1	0.00	-1465.69	-3.05	8.33
		1.50	-1465.73	-3.66	3.29
25	1	0.00	-1466.23	2.62	3.41
		1.50	-1466.26	2.02	6.90
26	1	0.00	-1488.15	-3.11	8.32
		1.50	-1488.19	-3.71	3.19
27	1	0.00	-1487.06	8.67	-3.28
		1.50	-1487.09	8.07	9.30
28	1	0.00	-1487.09	-8.07	9.30
		1.50	-1487.06	-8.67	-3.28
29	1	0.00	-1488.19	3.71	3.19
		1.50	-1488.15	3.11	8.32
30	1	0.00	-1466.26	-2.02	6.90
		1.50	-1466.23	-2.62	3.41
31	1	0.00	-1465.73	3.66	3.29
		1.50	-1465.69	3.05	8.33
32	1	0.00	-1353.42	1.12	3.51
		1.50	-1353.39	0.51	4.73
33	1	0.00	-1351.91	3.80	1.18
		1.50	-1351.88	3.19	6.43
34	1	0.00	-1131.63	1.08	4.16
		1.50	-1131.60	0.47	5.33
35	1	0.00	-1129.64	5.98	-0.51
		1.50	-1129.61	5.38	8.03
36	1	0.00	-789.42	2.48	2.22
		1.50	-789.39	1.87	5.49
37	1	0.00	-786.41	7.39	-2.92
		1.50	-786.38	6.78	7.72
38	1	0.00	-302.26	4.88	-0.68
		1.50	-302.23	4.27	6.20
39	1	0.00	-296.52	14.71	-13.20
		1.50	-296.49	14.11	8.45
40	1	0.00	-630.61	-7.29	8.88
		2.90	-631.51	-7.29	-12.27
41	1	0.00	621.43	-2.86	4.31
		3.26	620.53	-3.33	-5.79
42	1	0.00	-40.70	-6.25	9.12
		2.98	-41.62	-6.25	-9.49
43	1	0.00	-588.38	-3.00	6.07
		3.41	-587.44	-3.47	-4.95
44	1	0.00	499.42	-1.82	4.17
		3.41	498.47	-2.28	-2.81
45	1	0.00	-46.47	-3.26	4.73
		3.14	-45.50	-3.26	-5.49
46	1	0.00	-439.01	-1.31	2.97
		3.55	-438.01	-1.77	-2.50
47	1	0.00	358.80	-1.34	3.50
		3.55	357.81	-1.80	-2.07
48	1	0.00	-46.54	-2.24	3.51
		3.30	-45.53	-2.24	-3.86
49	1	0.00	-304.62	-0.85	2.53
		3.69	-303.58	-1.32	-1.47
50	1	0.00	232.72	-0.89	2.67
		3.69	231.68	-1.36	-1.49
51	1	0.00	-48.62	-1.65	2.78
		3.45	-47.56	-1.65	-2.93
52	1	0.00	-175.19	-0.21	0.81
		3.84	-174.50	-0.50	-0.56
53	1	0.00	110.50	-0.19	0.87
		3.84	109.82	-0.48	-0.42
54	1	0.00	-45.72	-0.83	1.56
		3.61	-44.61	-0.83	-1.44
55	1	0.00	-60.13	0.01	0.48
		3.98	-59.41	-0.28	-0.06
56	1	0.00	-2.32	0.16	0.16
		3.98	-3.03	-0.13	0.23

57	1	0.00	-39.68	0.48	-0.82
		3.77	-38.52	0.48	0.98
58	1	0.00	42.16	0.17	0.04
		4.13	42.91	-0.12	0.14
59	1	0.00	9.80	-0.00	0.00
		3.85	8.61	-0.00	-0.00
60	1	0.00	42.91	0.12	0.14
		4.13	42.16	-0.17	0.04
61	1	0.00	-39.68	-0.48	0.82
		3.77	-38.52	-0.48	-0.98
62	1	0.00	-3.03	0.13	0.23
		3.98	-2.32	-0.16	0.16
63	1	0.00	-59.41	0.28	-0.06
		3.98	-60.13	-0.01	0.48
64	1	0.00	-45.72	0.83	-1.56
		3.61	-44.61	0.83	1.44
65	1	0.00	109.82	0.48	-0.42
		3.84	110.50	0.19	0.87
66	1	0.00	-174.50	0.50	-0.56
		3.84	-175.19	0.21	0.81
67	1	0.00	-48.62	1.65	-2.78
		3.45	-47.56	1.65	2.93
68	1	0.00	231.68	1.36	-1.49
		3.69	232.72	0.89	2.67
69	1	0.00	-303.58	1.32	-1.47
		3.69	-304.62	0.85	2.53
70	1	0.00	-46.54	2.24	-3.51
		3.30	-45.53	2.24	3.86
71	1	0.00	357.81	1.80	-2.07
		3.55	358.80	1.34	3.50
72	1	0.00	-438.01	1.77	-2.50
		3.55	-439.01	1.31	2.97
73	1	0.00	-46.47	3.26	-4.73
		3.14	-45.50	3.26	5.49
74	1	0.00	498.47	2.28	-2.81
		3.41	499.42	1.82	4.17
75	1	0.00	-587.44	3.47	-4.95
		3.41	-588.38	3.00	6.07
76	1	0.00	-41.62	6.25	-9.49
		2.98	-40.70	6.25	9.12
77	1	0.00	620.53	3.33	-5.79
		3.26	621.43	2.86	4.31

Комбінація 1

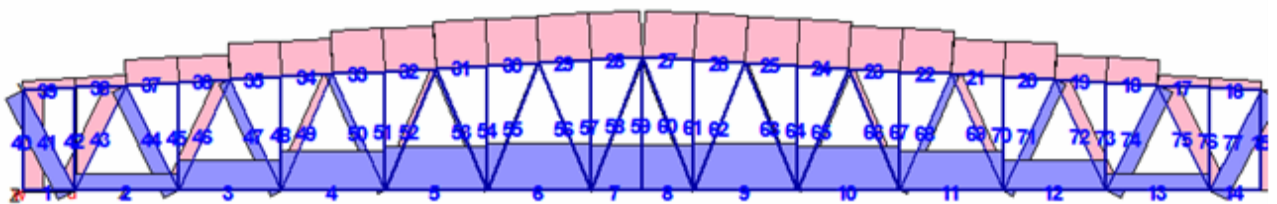


Рис 2.3 – Епюра N

Max N=1486.95 кН (елемент 9), Min N=-1488.19 кН (елемент 26)

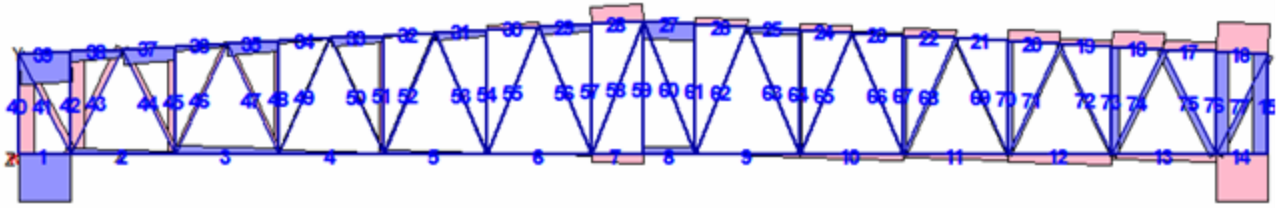


Рис 2.4 – Епюра Q

Max Q=22.6687 кН (элемент 1), Min Q=-22.6687 кН (элемент 14)

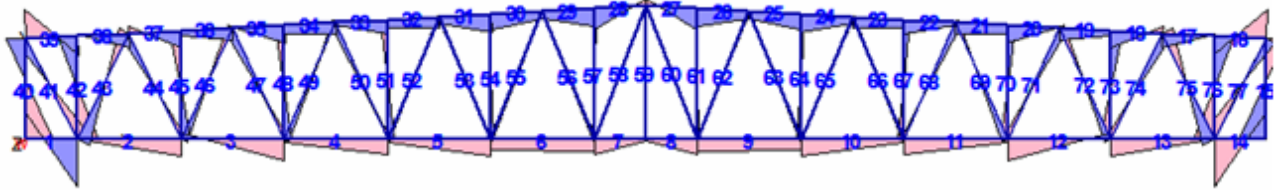


Рис 2.5 – Епюра M

Max M=21.2821 кНм (элемент 1), Min M=-21.2821 кНм (элемент 14)

- Постійне навантаження діє по всій довжині, тимчасова на правій половині ферми

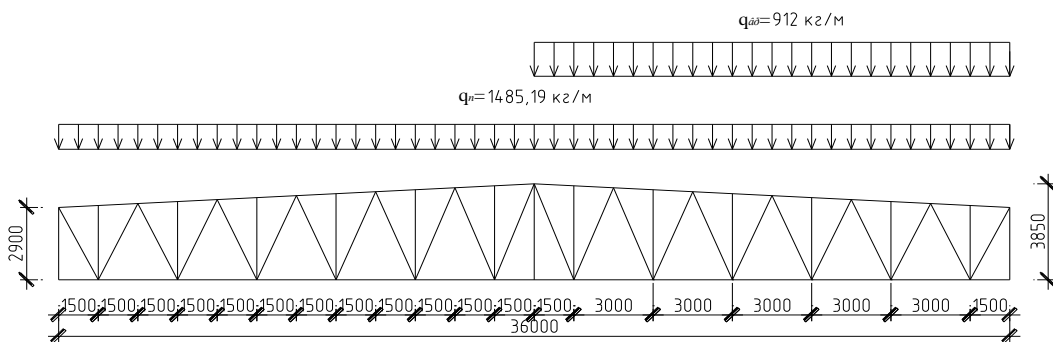


Рис 2.6 – Друга комбінація зусиль

Таблиця 3. Зусилля в стержнях при другій комбінації нагрузок

Елем	Комб	Сеч. [м]	N [кН]	Q [кН]	M [кНм]
------	------	-------------	-----------	-----------	------------

1	1	0.00	4.50	14.03	-7.59
		1.50	4.50	13.42	13.00
2	1	0.00	355.99	1.10	-4.71
		3.00	355.99	2.31	0.41
3	1	0.00	631.08	2.21	-6.07
		3.00	631.08	3.42	2.38
4	1	0.00	835.70	0.77	-4.31
		3.00	835.70	1.98	-0.18
5	1	0.00	979.52	1.33	-5.54
		3.00	979.52	2.54	0.25
6	1	0.00	1070.71	0.15	-4.48
		3.00	1070.71	1.36	-2.22
7	1	0.00	1117.37	-1.13	-1.67
		1.50	1117.37	-0.53	-2.92
8	1	0.00	1118.26	4.04	-6.49
		1.50	1118.26	4.64	0.03
9	1	0.00	1181.77	-0.26	-4.80
		3.00	1181.77	0.95	-3.76
10	1	0.00	1165.09	-1.73	-2.08
		3.00	1165.09	-0.52	-5.44
11	1	0.00	1054.31	-1.98	-1.24
		3.00	1054.31	-0.77	-5.36
12	1	0.00	834.92	-3.93	2.32
		3.00	834.92	-2.72	-7.65
13	1	0.00	489.84	-2.71	-0.13
		3.00	489.84	-1.50	-6.44
14	1	0.00	6.44	-20.04	10.81
		1.50	6.44	-19.44	-18.80
15	1	0.00	-558.00	6.44	-7.85
		2.90	-558.90	6.44	10.81
16	1	0.00	-259.33	-12.60	7.71
		1.50	-259.36	-13.20	-11.66
17	1	0.00	-264.29	-3.28	5.15
		1.50	-264.32	-3.88	-0.23
18	1	0.00	-678.72	-6.15	7.01
		1.50	-678.75	-6.75	-2.68
19	1	0.00	-681.17	-0.97	4.34
		1.50	-681.20	-1.58	2.42
20	1	0.00	-958.73	-4.86	7.19
		1.50	-958.76	-5.46	-0.55
21	1	0.00	-960.21	0.49	3.90
		1.50	-960.24	-0.12	4.18
22	1	0.00	-1123.13	-3.16	6.05
		1.50	-1123.17	-3.76	0.85
23	1	0.00	-1124.00	0.84	3.34
		1.50	-1124.03	0.23	4.15
24	1	0.00	-1184.89	-2.69	7.09
		1.50	-1184.92	-3.29	2.60
25	1	0.00	-1184.74	3.49	2.05
		1.50	-1184.77	2.89	6.84
26	1	0.00	-1159.24	-2.54	6.76
		1.50	-1159.27	-3.14	2.50
27	1	0.00	-1157.63	8.34	-3.27
		1.50	-1157.66	7.74	8.80
28	1	0.00	-1099.76	-3.37	4.82
		1.50	-1099.72	-3.98	-0.70
29	1	0.00	-1099.60	2.52	2.32
		1.50	-1099.57	1.91	5.64
30	1	0.00	-1032.92	0.25	3.30
		1.50	-1032.89	-0.36	3.22
31	1	0.00	-1031.86	2.32	2.37
		1.50	-1031.83	1.72	5.40
32	1	0.00	-917.53	2.29	0.86
		1.50	-917.50	1.69	3.86
33	1	0.00	-916.05	1.99	0.94
		1.50	-916.02	1.38	3.47
34	1	0.00	-743.18	1.83	1.91
		1.50	-743.15	1.23	4.21
35	1	0.00	-741.63	3.61	-0.21
		1.50	-741.60	3.00	4.76
36	1	0.00	-505.11	2.43	0.77
		1.50	-505.07	1.83	3.97
37	1	0.00	-503.01	4.41	-1.70
		1.50	-502.98	3.80	4.46
38	1	0.00	-189.36	3.70	-0.92
		1.50	-189.33	3.10	4.18
39	1	0.00	-185.69	8.90	-8.08
		1.50	-185.66	8.30	4.84
40	1	0.00	-386.18	-4.50	5.47
		2.90	-387.07	-4.50	-7.59
41	1	0.00	389.53	-1.69	2.61
		3.26	388.64	-2.15	-3.66
42	1	0.00	-17.87	-3.94	5.76
		2.98	-18.79	-3.94	-5.97
43	1	0.00	-375.72	-1.82	3.78
		3.41	-374.77	-2.29	-3.22
44	1	0.00	329.49	-1.12	2.67
		3.41	328.55	-1.58	-1.93
45	1	0.00	-21.99	-2.19	3.19
		3.14	-21.02	-2.19	-3.69
46	1	0.00	-298.27	-0.83	1.97
		3.55	-297.27	-1.30	-1.81
47	1	0.00	256.82	-0.87	2.37
		3.55	255.83	-1.34	-1.55
48	1	0.00	-22.26	-1.64	2.56

		3.30	-21.24	-1.64	-2.84
49	1	0.00	-229.25	-0.59	1.78
		3.69	-228.21	-1.05	-1.24
50	1	0.00	192.87	-0.70	2.04
		3.69	191.82	-1.16	-1.41
51	1	0.00	-24.28	-1.47	2.46
		3.45	-23.21	-1.47	-2.61
52	1	0.00	-161.72	-0.20	0.69
		3.84	-161.04	-0.49	-0.64
53	1	0.00	129.42	-0.23	0.85
		3.84	128.74	-0.52	-0.59
54	1	0.00	-21.99	-1.17	2.13
		3.61	-20.87	-1.17	-2.09
55	1	0.00	-103.97	-0.11	0.60
		3.98	-103.25	-0.40	-0.41
56	1	0.00	72.24	-0.04	0.49
		3.98	71.53	-0.33	-0.26
57	1	0.00	-18.25	-0.46	0.90
		3.77	-17.08	-0.46	-0.83
58	1	0.00	-52.14	-0.04	0.41
		4.13	-51.40	-0.33	-0.36
59	1	0.00	6.97	-0.89	1.71
		3.85	5.78	-0.89	-1.70
60	1	0.00	105.08	-0.06	0.50
		4.13	104.34	-0.35	-0.35
61	1	0.00	-40.54	-1.04	1.88
		3.77	-39.37	-1.04	-2.04
62	1	0.00	-64.39	-0.04	0.50
		3.98	-63.67	-0.33	-0.22
63	1	0.00	4.30	0.12	0.23
		3.98	3.59	-0.17	0.12
64	1	0.00	-45.18	0.18	-0.39
		3.61	-44.06	0.18	0.25
65	1	0.00	45.39	0.30	-0.13
		3.84	46.07	0.01	0.46
66	1	0.00	-108.20	0.35	-0.29
		3.84	-108.88	0.06	0.51
67	1	0.00	-47.29	1.08	-1.82
		3.45	-46.23	1.08	1.90
68	1	0.00	162.91	1.02	-0.95
		3.69	163.95	0.56	1.96
69	1	0.00	-232.54	1.06	-1.09
		3.69	-233.58	0.60	1.99
70	1	0.00	-46.07	1.75	-2.76
		3.30	-45.05	1.75	3.02
71	1	0.00	285.97	1.50	-1.66
		3.55	286.96	1.04	2.84
72	1	0.00	-362.97	1.50	-2.05
		3.55	-363.96	1.03	2.44
73	1	0.00	-46.18	2.72	-3.95
		3.14	-45.21	2.72	4.59
74	1	0.00	422.02	1.97	-2.37
		3.41	422.97	1.50	3.53
75	1	0.00	-507.23	3.04	-4.30
		3.41	-508.18	2.58	5.27
76	1	0.00	-42.10	5.45	-8.28
		2.98	-41.18	5.45	7.94
77	1	0.00	542.50	2.96	-5.11
		3.26	543.40	2.50	3.81

Комбинация 2

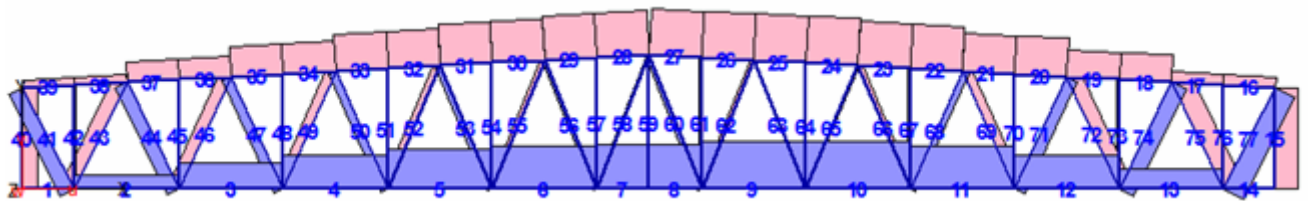


Рис 2.7 – Ejюра N

Max N=1181.77 кН (элемент 9), Min N=-1184.92 кН (элемент 24)

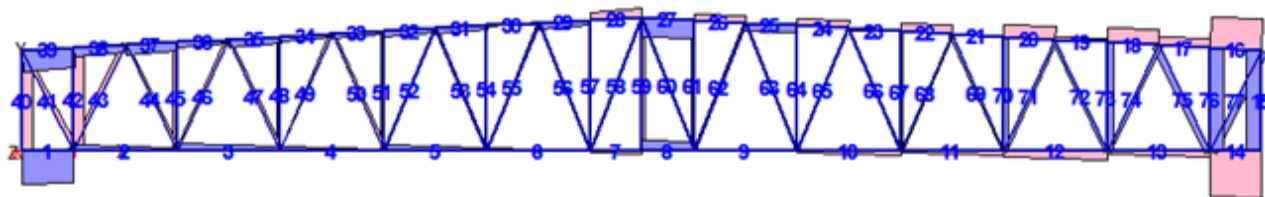


Рис 2.8 – Епюра M

MaxQ=14.0278 кН (елемент 1), MinQ=-20.0416 кН (елемент 14)

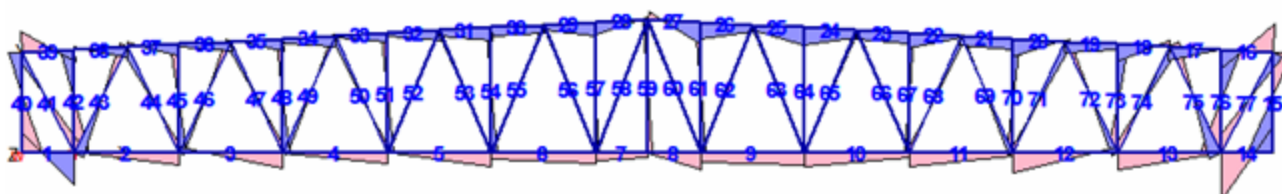


Рис 2.9 – Епюра Q

Max M=13.0013 кНм (елемент 1), Min M=-18.7974 кНм (елемент 14)

### 2.1.3 Підбір перерізу стержнів ферм

Приймаємо товщину фасонки  $t_f = 10$  мм.

1) Підбір перерізу стиснутих стержней виконується в наступній послідовності:

- вибір максимального зусилля  $N$  в стержні від можливих комбінацій навантаження;

- визначення розрахункової довжини стержня в площині  $i$  з площини ферми ( $l_{ef,x}; l_{ef,y}$ ) по формулі:

$$l_{ef} = \mu \cdot l$$

де  $\mu$  – коефіцієнт наведеної довжини, що залежить від виду защемлення ( $\mu = 1$ );

$l$  - відстань між центрами вузлів.

- попереднє призначення гнучкості  $\lambda$ . Для поясів легких ферм  $\lambda \approx 60-90$ , для решітки  $\lambda \approx 90-120$ ;

- визначення коефіцієнта поздовжнього вигину  $\varphi$  [20; табл. 7];

- знаходження необхідної площі перетину по формулі

$$A_{mp} \geq \frac{N}{\varphi R_y \gamma_c}$$

Де  $R_y$  - розрахунковий опір сталі за межею текучості,  $\gamma_c$  - коефіцієнт умов роботи;

- знаходження необхідного радіуса інерції за формулою:

$$i_{mp} \geq \frac{l_{ef}}{\lambda}$$

- вибір профілю з сортаменту або компонування перерізу, з визначенням фактичних характеристик перерізу:

$$A, i_x, i_y, \lambda_x = \frac{l_{ef}}{i_x}, \lambda_y = \frac{l_{ef}}{i_y};$$

- уточнення по більшій гнучкості коефіцієнта поздовжнього вигину –  $\varphi_{min}$ ;

- перевірка стійкості стрижня по формулі:

$$\sigma = \frac{N}{\varphi_{min} A} \leq R_y \gamma_c;$$

- коригування перетину в бік збільшення перетину, якщо умова перевірки не виконується, і в сторону зменшення перетину в разі. Недо напружені є більше 10% з повторенням вищенаведеного розрахунку. 2) Підбір перерізу розтягнутих стержнів виконується наступним чином: - вибір максимального зусилля  $N$  в стержні від можливих комбінацій навантаження; - знаходження необхідної площі перетину за формулою:

$$A_{mp} \geq \frac{N}{R_y \gamma_c} \quad (13)$$

- вибір профілю з сортаменту або компонування перерізу, з визначенням фактично характеристик перетин:

$$A, i_x, i_y;$$

- перевірка прочності по формуле:

$$\sigma = \frac{N}{A} \leq R_y \gamma_c. \quad (14)$$

Сечение верхнього і нижнього поясів буде переменним по длине.

Результаты расчета сводим в таблицу

## 2.1.4 Розрахунок зварних швів прикріплення решітки ферми до верхнього і нижнього поясів

Для зварювання вузлів ферми застосовуємо автоматичне зварювання дротом Св-10НМАd = 3 ... 5 мм [18].

Якщо виконується умова

$$\frac{\beta_f R_{wf}}{0,45 \beta_z R_{un}} < 1, (15)$$

то несуча здатність швів визначається міцністю по металу шва:

$$\beta_f = 1,1; \quad \beta_z = 1,15; \quad R_{wf} = 240,37 \text{ МПа} = 2444,44 \text{ кг/см}^2; \quad R_{un} = 540 \text{ МПа}; \quad \gamma_{wf} = 0,85; \\ \gamma_c = 0,9$$

$$\frac{1,1 \cdot 240,37}{0,45 \cdot 1,15 \cdot 540} = 0,95 < 1$$

Несуча спроможність швів визначається міцністю по металу шва. Довжини швів визначимо за формулами:

$$\text{-на обушок } l_{w,b} \geq (kN / 2(\beta_f k_f) R_{wf} \gamma_c) + 1 \dots 2 \text{ см}$$

$$\text{-на перо } l_{w,p} \geq ((1 - k)N / 2(\beta_f k_f) R_{wf} \gamma_{wf} \gamma_c) + 1 \dots 2 \text{ см}$$

Розрахунок швів наведено в таблиці 5.



Таблиця 5. Розрахунок довжини зварних швів

№ стер жня	Січення	[N], кГ	Шов по обушку			Шов по перу		
			$N_{об}, кГ$	$k_{ш}, см$	$l_{ш}, см$	$N_{п}, кГ$	$k_{ш}, см$	$l_{ш}, см$
40	125x8	3061	0,7N=44142,7	0,8	17	0,3N=18918,3	0,6	9
41	80x6	2142	43499,4	0,8	12	18642,6	0,6	9
42	50x4	4210	2947	0,4	6	1263	0,4	6
43	100x10	58838	41186,6	0,8	12	17651,4	0,8	8
44	75x6	49942	34959,4	0,4	22	14982,6	0,4	12
45	63x4	4647	3252,9	0,4	6	1394,1	0,4	6
46	100x7	3901	30730,7	0,8	9	13170,3	0,6	7
47	63x5	35880	25116	0,6	10	10764	0,4	8
48	63x4	4654	3257,8	0,4	6	1396,2	0,4	6
49	90x7	30462	21323,4	0,6	9	9138,6	0,6	6
50	45x4	23272	16290,4	0,6	7	6981,6	0,4	6
51	63x4	4862	3403,4	0,4	6	1458,6	0,4	6
52	80x7	17519	12263,3	0,6	6	5255,7	0,6	6
53	45x4	12942	9059,4	0,6	6	3882,6	0,4	6
54	63x4	4572	3200,4	0,4	6	1371,6	0,4	6
55	70x7	10397	7277,9	0,6	6	3119,1	0,6	6
56	63x5	6439	4507,3	0,6	6	1931,7	0,4	6
57	63x4	4054	2837,8	0,4	6	1216,2	0,4	6
58	63x5	5214	3649,8	0,6	6	1564,2	0,4	6
59	45x4	980	686	0,4	6	294	0,4	6

### 2.1.5 Розрахунок і конструювання вузлів ферми

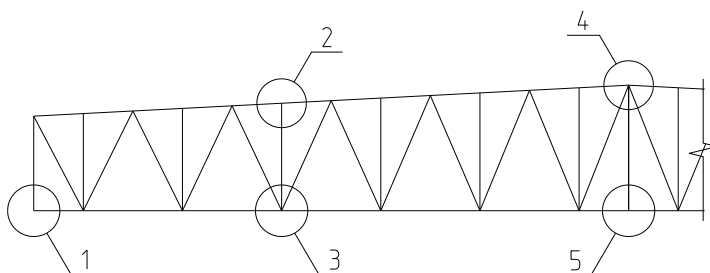


Рис 2.10 – Схема полуферми

Вузол 1.

Опорний вузол легких ферм при вільному обпиранні їх на нижележачую конструкцію складається з опорної плити, стійки і фасонки. Тиск ферми на опорну плиту передається через фасонки і опорну стійку, що утворюють жорстку опору хрестового перерізу. Осі пояса і опорної стійки перетинаються і опорна реакція ферми проходить через центр жорсткого хреста.

Шви, приварюють фасонки і опорну стійку до плити, розраховують на опорну реакцію:

$$\sum l_w = \frac{A}{0,7k_f R_y \gamma_c} = \frac{63061}{0,7 \cdot 0,8 \cdot 3850 \cdot 0,95} = 30,8 \approx 32 \text{ см} \quad (2.1)$$

де  $A$  – опорна реакція ферми.

Шви, що прикріплюють опорну стійку до фасонки, при квадратній опорній плиті розраховують на зусилля, що дорівнює половині опорного тиску:

$$l_{w,b} \geq \frac{0,7 \frac{A}{2}}{2\beta_f k_f R_{wf} \gamma_c} = \frac{0,7 \frac{63061}{2}}{2 \cdot 1,1 \cdot 0,4 \cdot 2444,44 \cdot 0,9} = 11,4 \approx 13 \text{ см} \quad (2.20)$$

Площа опорної плити визначають за несучою здатністю матеріалу опори:

$$F_{nl} = \frac{A}{R_{on}} = \frac{63061}{3850} = 16,4 \text{ см}^2 \quad (2.3)$$

де  $R_{on}$  – розрахунковий опір матеріалу опори стиску

Товщину опорної плити приймаємо 20 мм. Влаштуємо в плиті отвори для анкерів,  $d = 50$  мм., Що в 2 рази більше діаметра анкерів. Це виконується, щоб можна було робити зрушення ферми при установці її в проектне положення в разі неспівпадання отворів в опорі з отворами в плиті.

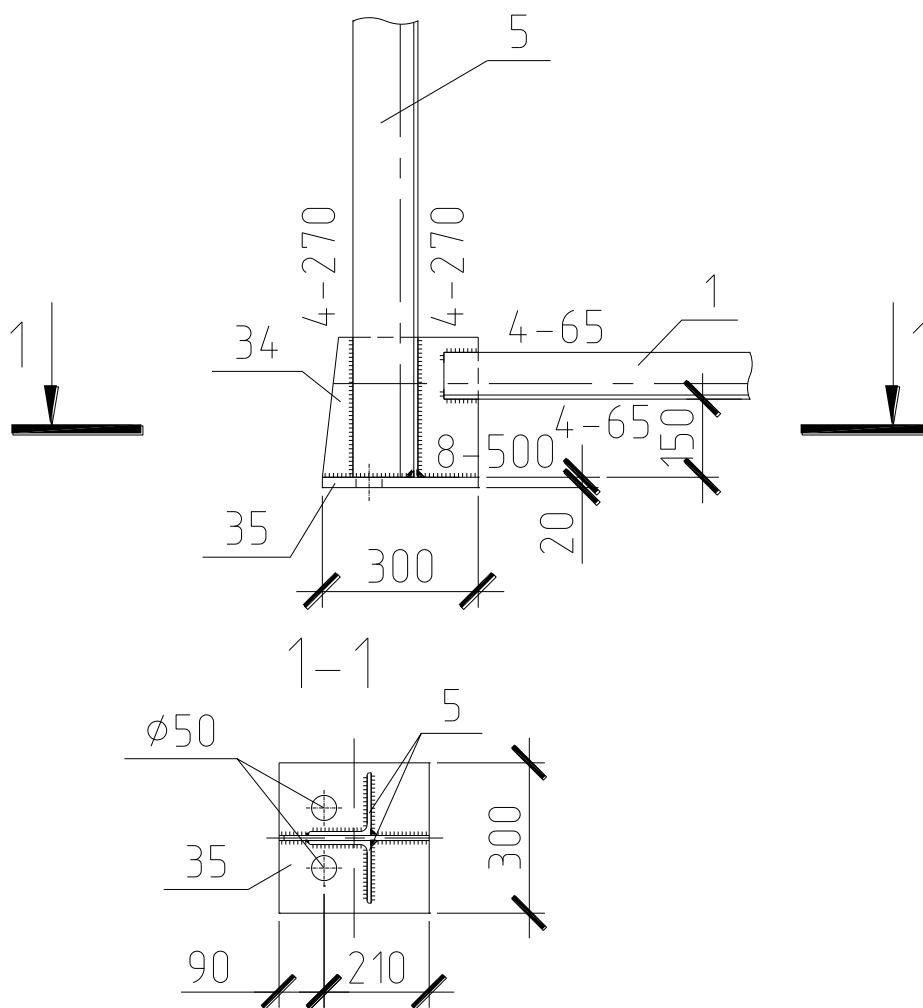


Рис 2.11 – Опорний вузол

Відстань між нижнім поясом і опорною плитою повинно бути не менше 150 мм, для зручної приварки обушком нижнього пояса до фасонки.

Вузол 2.

Стик куточків верхнього пояса.

- визначення розмірів зварних швів для кріплення розкосів.

Обчислимо необхідні довжини швів, приймаючи однакову товщину шва для обушка і пера:  $k_f = 4$  мм.

Довжина зварного шва, що прикріплює стійку 48 ( $N = 4654$  кг) до фасонки, становить по перу і обушка 60 мм. (По табл. 5).

- розрахунок стику куточків пояса.

Проектуємо стик куточків пояса листовими накладками і фасонки. Розрахунок проводимо по максимальному зусиллю в стрижні 34 ( $N = 113\,163$  кг). Необхідна площа складе:

перетину стикової накладки

$$A_d = \frac{N}{R_y \gamma_c} = \frac{113163}{3850 \cdot 0,95} = 30,94 \text{ см}^2 \quad (2.4)$$

накладок (при поясі з рівнополичного куточків)

$$A_l = 0,7A_d = 0,7 \cdot 30,94 = 21,66 \text{ см}^2$$

Приймаємо ширину накладок  $b_t = 140$  мм., Тоді їх товщина буде

$$t_1 = \frac{A_l}{2b_t} = \frac{21,66}{2 \cdot 14} = 0,77 \approx 0,8 \text{ см}$$

приймаємо  $t = 8$  мм.;  $A_l = 0,8 \cdot 14 = 11,2$  см.

Сумарна довжина швів складе:

прикріплюють накладку до куточків пояса (по одну сторону стику) при  $k_f = 8$  мм.

$$\sum l_w = \frac{A_l R_y \gamma_c}{\beta_f k_f R_{wf} \gamma_{wf} \gamma_c} = \frac{11,2 \cdot 3850 \cdot 0,95}{1,1 \cdot 0,8 \cdot 2444,44 \cdot 0,85 \cdot 0,9} = 24,9 \approx 26 \text{ см} \quad (2.5)$$

прикріплюють поясні куточки до фасонки (по кромці пір'я куточка) при  $k_f = 8$  мм.

$$\sum l_{w,p} = \frac{(A_d - A_l) R_y \gamma_c}{0,7 k_f R_{wf} \gamma_{wf} \gamma_c} = \frac{(30,94 - 21,66) \cdot 3850 \cdot 0,95}{0,7 \cdot 0,8 \cdot 2444,44 \cdot 0,85 \cdot 0,9} = 32,4 \approx 34 \text{ см} \quad (2.6)$$

Прийнята накладка довжиною 38 см.

- розрахунок кріплення стрижнів пояса до фасонки.

Довжина фасонки визначена 660 мм. Тоді розрахункова довжина швів  $l_w = 640$  мм. Кріплення до фасонки стрижнів пояса 35 ( $N = 112\,964$  кг) і 34 ( $N = 113\,163$  кг), з урахуванням вузловий навантаження  $F_c = 4963,77$  кг. розраховують за формулою

:

$$k_f = \sqrt{\frac{(N_{34} - N_{35})^2 + F_c^2}{R_{wf} \gamma_{wf} \gamma_c}} / \sum \beta_f l_w = \sqrt{\frac{(113163 - 112964)^2 + 4963,77^2}{2444,44 \cdot 0,85 \cdot 0,9}} / 4 \cdot 1,1 \cdot 66 = 0,8 \text{ см}$$

(22)

Принимаем довжину швів 640 мм і  $k_f = 8$  мм.

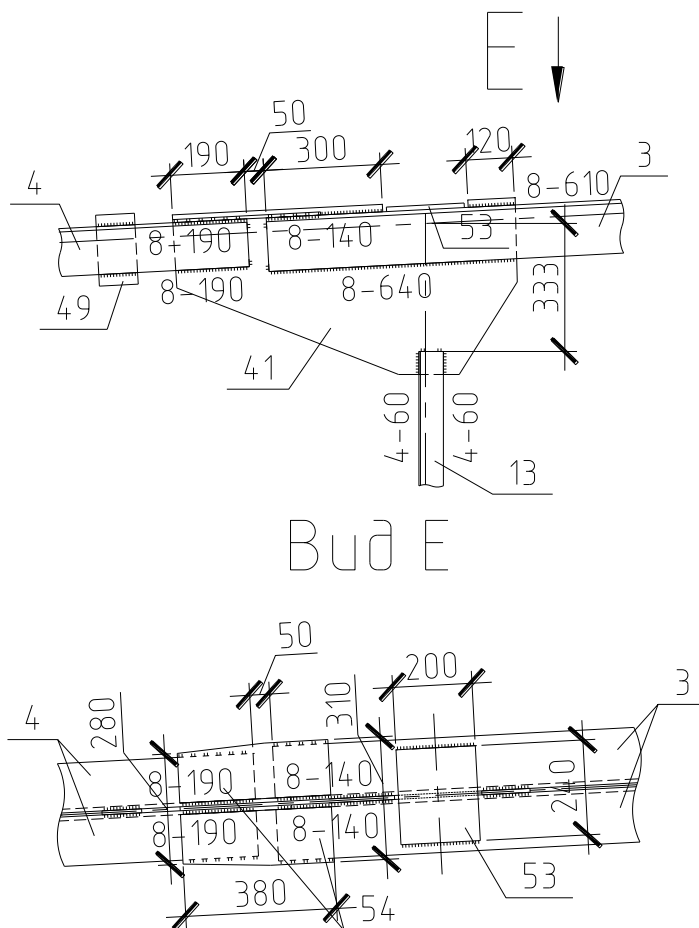


Рис 2.12– Стык куточків верхнього пояса

Вузол 4.

Монтажний вузол ферми.

Вузол в стику

$$N_c = 1,2 N_{28} = 1,2 \cdot 148709 = 178450,8 \text{ кг}$$

Ширина накладки

$$l_n = 2l_{yt} + t_\phi + 2c = 2 \cdot 140 + 10 + 2 \cdot 20 = 330 \text{ мм}$$

Толщина накладки

$$t_{\text{н}} = \frac{N_{\text{н}}}{R_y l_{\text{н}}} = \frac{124915,6}{3850 \cdot 33} = 0,98 \approx 1 \text{ см} \quad (2.3)$$

$$\text{де } N_c = \alpha N_c = 0,7 \cdot 178450,8 = 124915,6 \text{ кг}$$

Приймаємо  $t_{\text{н}} = 10$  мм. Монтажний стик двох відправних марок ферм здійснюється за допомогою ручної зварки електродами Е42 [18]. При розрахунку зварного з'єднання по металу шва:

$$\beta_f \gamma_{\text{wf}} R_{\text{wf}} = 0,7 \cdot 1 \cdot 240,37 = 168,26 \text{ МПа} \quad (2.7)$$

По границе сплавления

$$\beta_z \gamma_{\text{wz}} R_{\text{wz}} = 1 \cdot 1 \cdot 243 = 243 \text{ МПа} \quad (2.8)$$

$$\text{де } R_{\text{wz}} = 0,45 R_{\text{un}} = 0,45 \cdot 540 = 243 \text{ МПа}$$

$$168,26 \text{ МПа} < 243 \text{ МПа}$$

Таким чином, несучу здатність швів приймаємо з розрахунку по металу шва.

Необхідна довжина швів прикріплення накладки до полиць поясних куточків:

$$l_w = \frac{N_{\text{н}}}{\beta_f k_f R_{\text{wf}}} + 4 \text{ см} = \frac{124915,6}{0,7 \cdot 0,8 \cdot 2444,44} = 91,3 \text{ см} \approx 94 \text{ см} \quad (2.9)$$

Приймаємо 2 шва по 30 см і 2 шва по 17 см.

Визначаємо довжину зварних швів прикріплення верхнього пояса до фасонки:

$$l_w = \frac{(1-\alpha)N_c}{n\beta_f k_f R_{\text{wf}} \gamma_{\text{wf}}} + a = \frac{(1-0,7)178450,8}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,8 \cdot 2444,44 \cdot 1} + 2 = 19,6 \approx 27 \text{ см} \quad (2.10)$$

Необхідний катет кутових швів для приєднання вертикальних накладок до фасонки:

$$k_f = \frac{R_y t_{\phi}}{2\beta_f R_{\text{wf}}} = \frac{3850 \cdot 1}{2 \cdot 0,7 \cdot 2444,44} = 1,1 \text{ см} \quad (2.11)$$

Приймаємо  $k_f = 11$  мм.

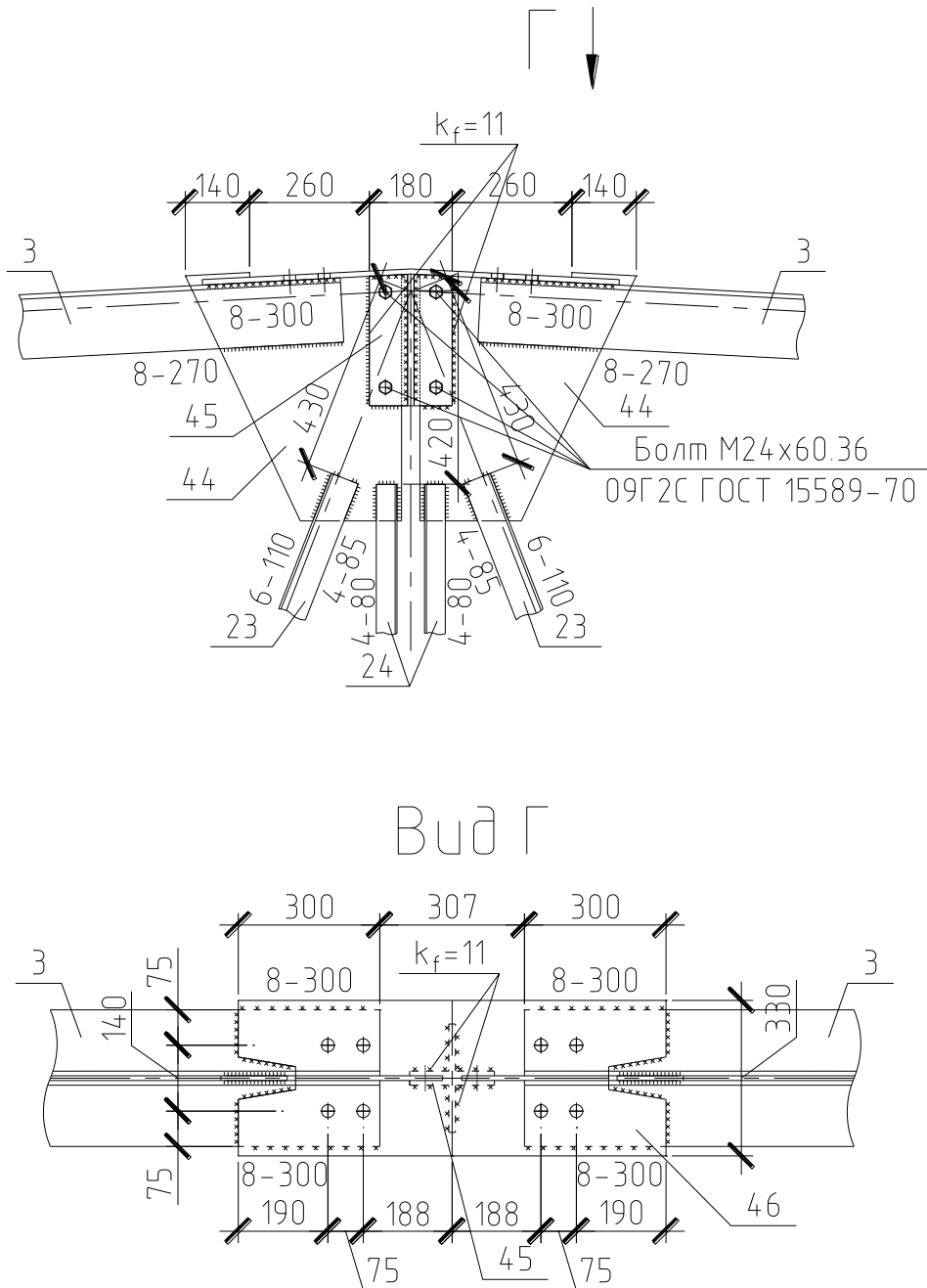


Рис 2.13– Монтажный узел фермы

## 2.2 Розрахунок і конструювання поперечної сталеві рами.

### 2.2.1 Компоновка каркаса

Проектування каркаса будівлі починається з вибору конструктивної схеми і її компоновки. Довжина спортивного зала 54 м. Приймаємо один температурний блок. Будівля однопролітного, величина прольоту становить 36 м. Обрана система

з кроком поперечних рам 6 м, з шарнірним сполученням ригеля з колоною.  
Стенове огороження представлено цегляними стінами

### 2.2.2 Збір навантажень на поперечну раму

Власна вага ферми становить 5196,89 кг.

Таблиця 6. Збір нагрузок на раму

№ п/п	Вид нарузки	Нормативна нарузка, $q^n$ ; кгс/м <sup>2</sup>	Коефіцієнт надійності, $\gamma_f$	Разрахункова нарузка, $q^p$ ; кгс/м <sup>2</sup>
Постояні нарузки				
1.	Захисний слой на битумній мастиці ( $t=0,02$ м., $\rho=2100$ кг/м <sup>3</sup> )	42	1,3	54,6
2.	Гидроізоляція «Бикрост» 3 слоя (4кг/м <sup>2</sup> )	12	1,2	14,4
3.	Теплоізоляція «URSA» ( $t=0,15$ м., $\rho=45$ кг/м <sup>3</sup> )	6,75	1,2	8,1
4.	Пароізоляція «Ізоспан» (100гр/м <sup>2</sup> )	0,1	1,2	0,12
5.	Збірна залізобетона ребриста плита 6x1,5 м.	166,7	1,1	183,34
6.	Зв'язки покриття	4	1,05	4,2
7.	Ферма кроквяна ФС-1	24,06	1,1	26,47
8.	Всього:	255,58	-	291,23
Тимчасові нарузки				
1.	Снігові нарузка для V снігового району	224	0,7	320
	Загальні нарузки:	479,58	-	611,23

$$q = q^p \gamma_n = 611,56 \cdot 6 \cdot 0,95 = 3484,02 \text{ кг / м}$$

Коефіцієнт надійності будівлі за призначенням (для Пкласа  $\gamma_n = 0,95$ ).

Розрахункова повна погонне навантаження на ригель:

Вітрова навантаження.



Відповідно с [21] м.Новий Уренгой знаходиться в III вітровому районі. Нормативне значення вітрового тиску  $\omega_0 = 38$  кгс / м<sup>2</sup>. Прийmemo тип місцевості В.

Значення розрахункової вітрового навантаження, розподіленої по вертикальній стійці рами:

$$\omega = \gamma_c \cdot \omega_0 \cdot k \cdot c \cdot \gamma_f \cdot B, \quad (2.12)$$

де:  $k$  - коефіцієнт, що враховує зміну вітрового тиску по висоті;

Визначимо коефіцієнти  $k$  в залежності від висоти стіни будівлі по [2.12; табл.6]:

- для частини будівлі висотою до 5 м -  $k = 0,5$
- для частини будівлі висотою від 5 до 10 м -  $k = 0,65$
- на рівні верху колони 15,6 м по інтерполяції  $k = 0,762$
- на рівні верху стіни 18,75 м по інтерполяції  $k = 0,825$
- на рівні 20 м  $k = 0,85$

$c$  - аеродинамічний коефіцієнт, для вертикальних стін  $z = 0,8$  з навітряної сторони;  $z = 0,6$  з підвітряного боку.  $B = 6$  м - крок колон крайнього ряду.

$$W_5 = 0,95 \cdot 38 \cdot 0,5 \cdot 0,8 \cdot 1,2 \cdot 6 = 82,08 \text{ кгс} / \text{м}^2$$

$$W_{10} = 0,95 \cdot 38 \cdot 0,65 \cdot 0,8 \cdot 1,2 \cdot 6 = 106,71 \text{ кгс} / \text{м}^2$$

$$W_{19} = 0,95 \cdot 38 \cdot 0,83 \cdot 0,8 \cdot 1,2 \cdot 6 = 136,25 \text{ кгс} / \text{м}^2$$

$$W_{22,5} = 0,95 \cdot 38 \cdot 0,88 \cdot 0,8 \cdot 1,2 \cdot 6 = 144,46 \text{ кгс} / \text{м}^2$$

$$W_{30} = 0,95 \cdot 38 \cdot 0,975 \cdot 0,8 \cdot 1,2 \cdot 6 = 160,06 \text{ кгс} / \text{м}^2$$

Розрахункова зосереджене навантаження, прикладена до верхньої частини колони від вітряної навантаження на парапет

:

$$W_a = 0,5 \cdot (W_{19} + W_{22,5}) \cdot (22,5 - 19) \cdot H_\phi = 0,5 \cdot (136,25 + 144,46) \cdot 3,5 \cdot 3,15 = 1547,41 \text{ кгс} \quad (2.13)$$

$$W_n = W_a \cdot \frac{0,6}{0,8} = 1547,41 \cdot 0,75 = 1160,6 \text{ кгс} \quad (2.14)$$

Для спрощення розрахунків використовують еквівалентну навантаження замість нерівномірно розподіленої вітрової, так щоб моменти від еквівалентної і фактичної навантажень були рівні в закладенні консолі, яка дорівнює по довжині висоті рами.

$$\begin{aligned}
 M_{\text{екв}} &= 0,5 \cdot W_5 \cdot 5^2 + 0,5 \cdot (W_5 + W_{10}) \cdot (10 - 5) \cdot \left( \frac{10 - 5}{2} + 5 \right) + 0,5 \cdot (W_{10} + W_{19}) \cdot (19 - 10) \cdot \left( \frac{19 - 10}{2} + 10 \right) = \\
 &= 0,5 \cdot 82,08 \cdot 5^2 + 0,5(82,08 + 106,71) \cdot 5 \cdot 7,5 + 0,5(106,71 + 136,25) \cdot 9 \cdot 14,5 = \\
 &= 13562,83 \text{ кгс} \cdot \text{м}
 \end{aligned}$$

Розподілена вітрове навантаження на навітряну сторону:

$$q_{\text{екв},a} = \frac{2 \cdot M_{\text{екв}}}{H^2} = \frac{2 \cdot 13562,83}{22,5^2} = 53,58 \text{ кгс} / \text{м} \quad (2.15)$$

Розподілена вітрове навантаження на підвітряного боку:

$$q_{\text{екв},n} = q_{\text{екв},a} \cdot \frac{0,6}{0,8} = 53,58 \cdot 0,75 = 40,19 \text{ кгс} / \text{м} \quad 2.16$$

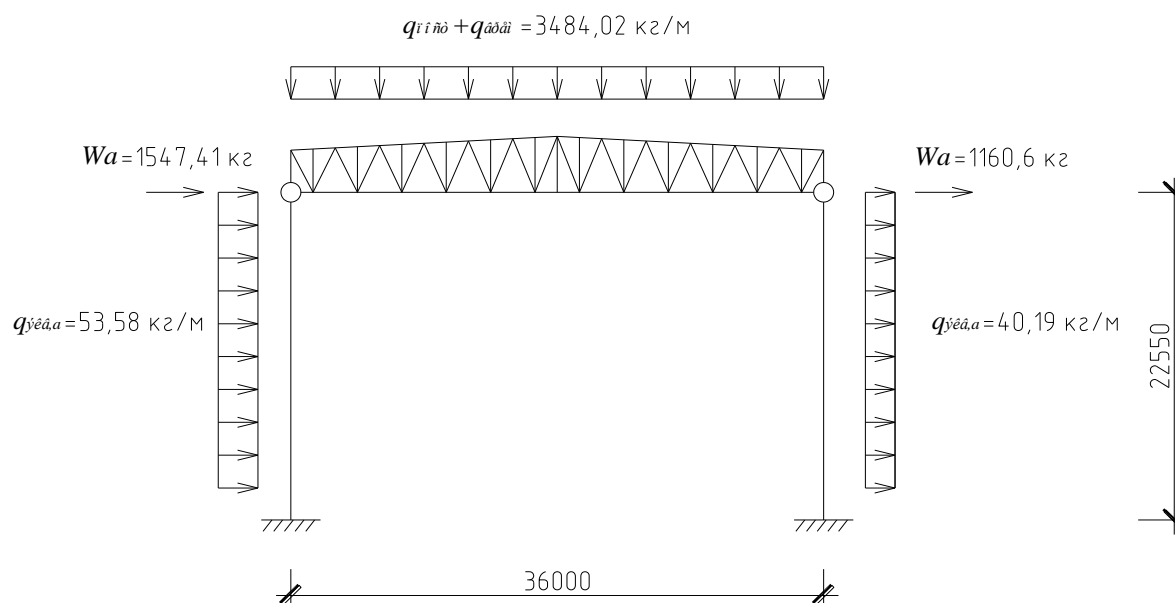


Рис 2.14 – Розрахункова схема рами

### 2.2.3 Статичний розрахунок поперечної рами

Для визначення розрахункових зусиль в стержнях ферми попередньо виконати збір навантажень.

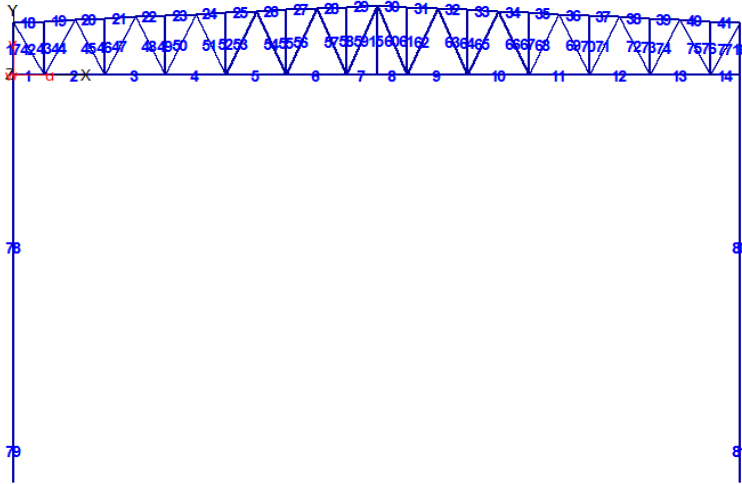


Рис 2.15 – Нумерація стержнів рами

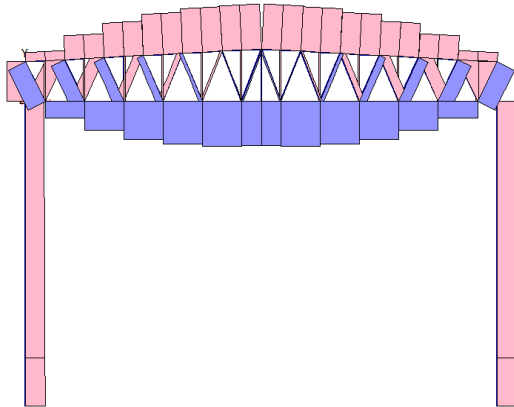


Рис 2.16 – Епюра N

Max N=1462.76 кН (елемент 9), Min N=-1468.59 кН (елемент 31)

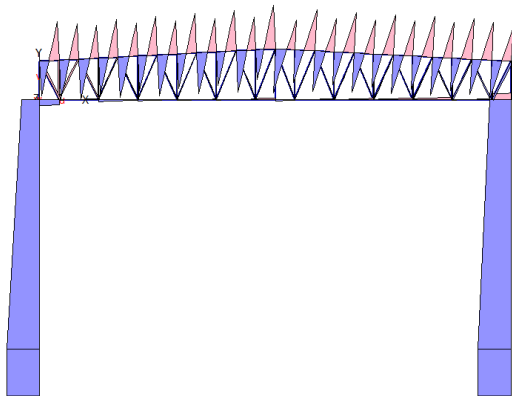


Рис 2.17 – Епюра M

MaxQ=30.0191 кН (элемент 30), MinQ=-30.0191 кН (элемент 29)

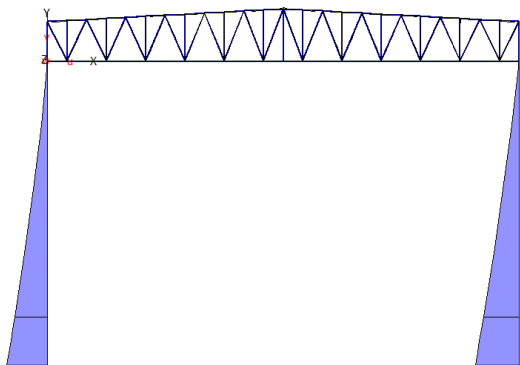


Рис 2.18 – Епюра Q

Max M=436.992 кНм (элемент 81), Min M=-8.95847 кНм (элемент 30)

Таблица 7. Зусилля в стрижнях рами

Элем	Комб	Сеч. [м]	N		Q		M	
			[кН]	[кН]	[кН]	[кНм]		
1	1	0.00	-3.06	4.22	0.00			
		1.50	-3.06	3.79	6.01			
2	1	0.00	553.57	0.49	1.01			
		3.00	553.57	-0.38	1.17			
3	1	0.00	958.42	1.42	-1.03			
		3.00	958.42	0.54	1.91			
4	1	0.00	1233.66	0.91	0.07			
		3.00	1233.66	0.04	1.50			
5	1	0.00	1397.02	0.71	0.42			
		3.00	1397.02	-0.17	1.23			
6	1	0.00	1462.76	0.53	0.76			
		3.00	1462.76	-0.35	1.03			
7	1	0.00	1443.81	-0.55	1.19			
		1.50	1443.81	-0.99	0.03			
8	1	0.00	1443.81	0.99	0.03			
		1.50	1443.81	0.55	1.19			
9	1	0.00	1462.76	0.35	1.03			
		3.00	1462.76	-0.53	0.76			
10	1	0.00	1397.02	0.17	1.23			
		3.00	1397.02	-0.71	0.42			
11	1	0.00	1233.66	-0.04	1.50			
		3.00	1233.66	-0.91	0.07			
12	1	0.00	958.42	-0.54	1.91			
		3.00	958.42	-1.42	-1.03			
13	1	0.00	553.57	0.38	1.17			

		3.00	553.57	-0.49	1.01
14	1	0.00	-3.06	-3.79	6.01
		1.50	-3.06	-4.22	-0.00
15	1	0.00	1.98	-0.00	0.00
		3.85	2.39	-0.00	-0.00
16	1	0.00	-613.61	0.30	-0.00
		2.90	-613.30	0.30	0.86
17	1	0.00	-613.61	-0.30	0.00
		2.90	-613.30	-0.30	-0.86
18	1	0.00	-300.01	23.78	-2.87
		1.50	-297.36	-26.45	-4.88
19	1	0.00	-301.01	25.97	-6.12
		1.50	-298.36	-24.26	-4.83
20	1	0.00	-778.67	27.81	-7.22
		1.50	-776.02	-22.42	-3.17
21	1	0.00	-778.96	24.34	-3.96
		1.50	-776.30	-25.89	-5.12
22	1	0.00	-1116.46	27.72	-6.67
		1.50	-1113.81	-22.51	-2.76
23	1	0.00	-1116.60	23.85	-3.33
		1.50	-1113.95	-26.38	-5.23
24	1	0.00	-1334.16	27.67	-6.31
		1.50	-1331.51	-22.56	-2.47
25	1	0.00	-1334.11	23.29	-2.81
		1.50	-1331.46	-26.94	-5.55
26	1	0.00	-1447.19	27.69	-6.13
		1.50	-1444.54	-22.54	-2.26
27	1	0.00	-1447.00	22.66	-2.39
		1.50	-1444.34	-27.57	-6.08
28	1	0.00	-1468.59	28.10	-6.17
		1.50	-1465.94	-22.13	-1.68
29	1	0.00	-1468.13	20.21	-1.59
		1.50	-1465.48	-30.02	-8.96
30	1	0.00	-1465.48	30.02	-8.96
		1.50	-1468.13	-20.21	-1.59
31	1	0.00	-1465.94	22.13	-1.68
		1.50	-1468.59	-28.10	-6.17
32	1	0.00	-1444.34	27.57	-6.08
		1.50	-1447.00	-22.66	-2.39
33	1	0.00	-1444.54	22.54	-2.26
		1.50	-1447.19	-27.69	-6.13
34	1	0.00	-1331.46	26.94	-5.55
		1.50	-1334.11	-23.29	-2.81
35	1	0.00	-1331.51	22.56	-2.47
		1.50	-1334.16	-27.67	-6.31
36	1	0.00	-1113.95	26.38	-5.23
		1.50	-1116.60	-23.85	-3.33
37	1	0.00	-1113.81	22.51	-2.76
		1.50	-1116.46	-27.72	-6.67
38	1	0.00	-776.30	25.89	-5.12
		1.50	-778.96	-24.34	-3.96
39	1	0.00	-776.02	22.42	-3.17
		1.50	-778.67	-27.81	-7.22
40	1	0.00	-298.36	24.26	-4.83
		1.50	-301.01	-25.97	-6.12
41	1	0.00	-297.36	26.45	-4.88
		1.50	-300.01	-23.78	-2.87
42	1	0.00	646.54	-1.14	2.01
		3.26	646.12	-1.35	-2.06
43	1	0.00	-52.86	-0.88	1.38
		2.98	-52.54	-0.88	-1.23
44	1	0.00	-583.68	-0.75	1.56
		3.41	-583.25	-0.97	-1.37
45	1	0.00	496.88	-0.44	1.01
		3.41	496.44	-0.66	-0.86
46	1	0.00	-47.18	-0.47	0.69
		3.14	-46.85	-0.47	-0.78
47	1	0.00	-437.56	-0.28	0.65
		3.55	-437.10	-0.49	-0.72
48	1	0.00	358.19	-0.33	0.83
		3.55	357.73	-0.55	-0.73
49	1	0.00	-46.45	-0.34	0.57
		3.30	-46.80	-0.34	-0.54
50	1	0.00	-302.99	-0.18	0.56
		3.69	-302.51	-0.40	-0.51
51	1	0.00	230.65	-0.17	0.56
		3.69	230.17	-0.38	-0.46
52	1	0.00	-46.28	-0.19	0.32
		3.45	-45.91	-0.19	-0.33
53	1	0.00	-177.34	-0.04	0.31
		3.84	-176.84	-0.25	-0.26
54	1	0.00	110.84	-0.04	0.32

		3.84	110.34	-0.25	-0.24
55	1	0.00	-45.65	-0.07	0.13
		3.61	-45.27	-0.07	-0.13
56	1	0.00	-59.47	0.07	0.10
		3.98	-58.94	-0.14	-0.04
57	1	0.00	-2.53	0.10	0.06
		3.98	-3.06	-0.12	0.01
58	1	0.00	-42.81	0.05	-0.08
		3.77	-42.40	0.05	0.09
59	1	0.00	48.86	0.13	-0.07
		4.13	49.41	-0.08	0.04
60	1	0.00	49.41	0.08	0.04
		4.13	48.86	-0.13	-0.07
61	1	0.00	-42.81	-0.05	0.08
		3.77	-42.40	-0.05	-0.09
62	1	0.00	-3.06	0.12	0.01
		3.98	-2.53	-0.10	0.06
63	1	0.00	-58.94	0.14	-0.04
		3.98	-59.47	-0.07	0.10
64	1	0.00	-45.65	0.07	-0.13
		3.61	-45.27	0.07	0.13
65	1	0.00	110.34	0.25	-0.24
		3.84	110.84	0.04	0.32
66	1	0.00	-176.84	0.25	-0.26
		3.84	-177.34	0.04	0.31
67	1	0.00	-46.28	0.19	-0.32
		3.45	-45.91	0.19	0.33
68	1	0.00	230.17	0.38	-0.46
		3.69	230.65	0.17	0.56
69	1	0.00	-302.51	0.40	-0.51
		3.69	-302.99	0.18	0.56
70	1	0.00	-46.80	0.34	-0.54
		3.30	-46.45	0.34	0.57
71	1	0.00	357.73	0.55	-0.73
		3.55	358.19	0.33	0.83
72	1	0.00	-437.10	0.49	-0.72
		3.55	-437.56	0.28	0.65
73	1	0.00	-47.18	0.47	-0.69
		3.14	-46.85	0.47	0.78
74	1	0.00	496.44	0.66	-0.86
		3.41	496.88	0.44	1.01
75	1	0.00	-583.25	0.97	-1.37
		3.41	-583.68	0.75	1.56
76	1	0.00	-52.86	0.88	-1.38
		2.98	-52.54	0.88	1.23
77	1	0.00	646.12	1.35	-2.06
		3.26	646.54	1.14	2.01
78	1	0.00	-617.83	12.12	-0.00
	1	9.00	-649.29	22.30	327.00
79	1	0.00	-649.30	22.30	327.00
		3.55	-655.17	22.30	406.17
80	1	0.00	-617.83	14.96	-0.00
	1	9.00	-649.29	22.60	356.78
81	1	0.00	-649.30	22.60	356.78
		3.55	-655.17	22.60	436.99

### ***Висновок***

В даному розділі розглянули компановку каркаса, розрахували розрахункові зусилля в вузлах і стержнях кроквяної ферми. Компонували елементи каркасу.

## РОЗДІЛ 3 НАУКОВО ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ

### 3.1 Конструктивні особливості зварних ферм.

В сучасному світі зварювання є одним з основних технологічних процесів виготовлення виробів у різних галузях промисловості в тому числі і будівництва. Важливою науково-технічною проблемою є створення економічних, надійних і довговічних зварних конструкцій. Одним із видів зварних конструкцій є решітчасті конструкції.

Решітчасті конструкції, що працюють на згин, називаються фермами.

Ферми

складаються з окремих стрижнів, з'єднаних у вузли, і утворюють геометрично незмінну систему. Якщо ферма в цілому працює на згин, то в її конструктивних елементах виникають тільки повздовжні зусилля стиску або розтягу. Це дозволяє більш раціонально використовувати матеріал (метал) порівняно з балками. Ферми економічніші за витратами металу, але більш трудомісткі у виготовленні. Тому їх використовують для перекриття великих прогонів при відносно невеликих навантаженнях.

Ферма складається з трьох основних конструктивних елементів: верхнього та нижнього поясів і решітки. Остання складається із розкосів і стійок.

Віддаль між вузлами решітки ферми називається панеллю, а віддаль між її

опорами — прогоном.

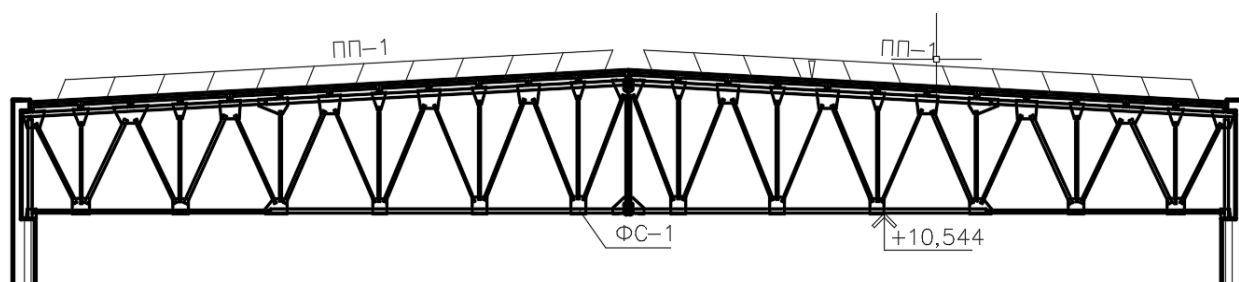


Рис3.1 Проектна ферма

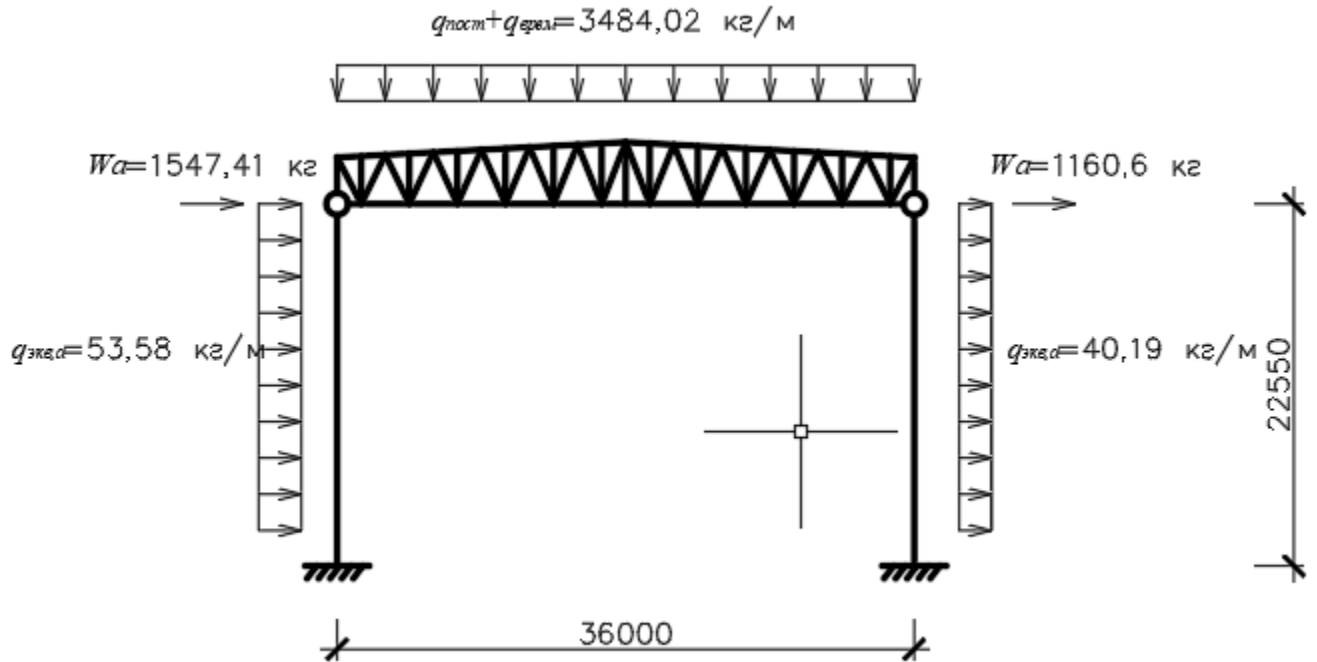


Рис 3.2 Розрахункова схема рами

Використаємо донну схему і навантаження для ферми виконаної із ЛСТК комп'ютерній моделі: Визначення зусиль в стержнях ферми в програмі StarkES



Рис 3.3 Номерація стержнів ферми

Використовуємо аналогову нумерацію з попередньою схемою:

Варіанти нових вузлів із ЛСТК:

А) коньок ферми



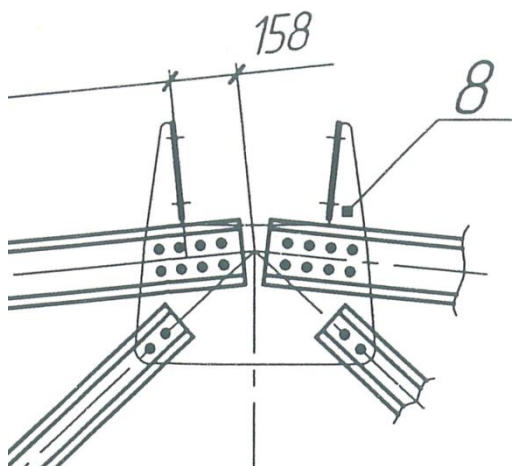


Рис3.3 вузол

А) вузол верхнього пояса

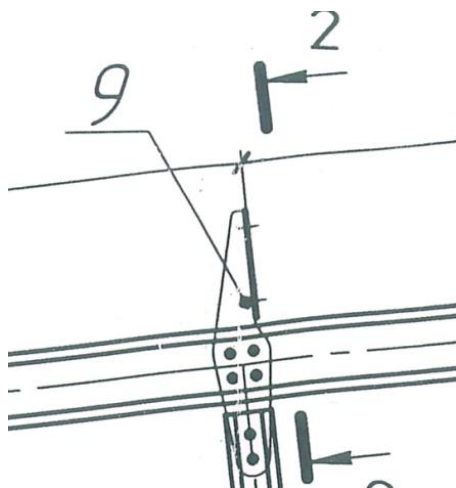


Рис3.3 вузол

За допомогою програмного комплексу StarkES, виконано статичний тип аналізу моделі. Статичний розрахунок ферми полягає у визначенні переміщень вузлів, реакцій опор, зусиль в стержнях, напружень і деформацій стержнів, що виникають в конструкції під дією навантажень. Устатичному аналізу передбачається, що всі навантаження і реакції конструкції на навантаження якщо і змінюються в часі, то дуже повільно.

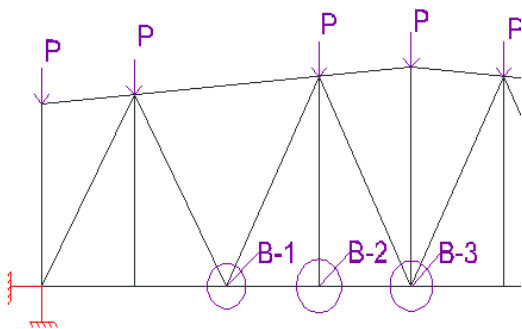


Рис3.5 вузли для розгляду

Таблиця 3.3 – Співпадання величини деформації зварної ферми при статичному навантажуванні за результатами комп'ютерного моделюючого

Навантаження $P$ , кН	Показники		
	$l_{розр}$ , мм	$l_{експ}$ , мм	$C$
2500	0,091367	0,093	0,99284723
5000	0,188354	0,183	0,99705786
7500	0,271341	0,273	0,99850042
10000	0,363277	0,36	0,99097934
12500	0,453815	0,441	0,97318769
15000	0,54302	0,541	0,99628006
17500	0,632889	0,63	0,99543365
20000	0,72276	0,715	0,98926338
22500	0,818263	0,809	0,99553302
25000	0,90525	0,875	0,96952909
27500	0,998237	0,969	0,97645032
30000	1,05224	1,0224	0,94455943
32500	1,17212	1,10212	0,94027915
35000	1,26199	1,17199	0,92868406
37500	1,35187	1,25187	0,92602839
40000	1,441755	1,39176	0,96532351
42500	1,53166	1,46166	0,95429795
45000	1,62157	1,55157	0,95683196

47500	1,71149	1,64149	0,95909997
-------	---------	---------	------------

### 3.2 Загальні відомості. Суть економічного ефекту

Задачею техніко-економічного обґрунтування дипломної роботи є визначення величини економічного ефекту від використання основних і додаткових результатів, отриманих при вирішенні поставленої технічної задачі в даній дипломній роботі.

Економічний ефект - це результативність економічної діяльності, що характеризується відношенням отриманого економічного ефекту(результату) до витрат ресурсів, які зумовили отримання цього результату

Науково-технічний прогрес у галузі будівництва тісно пов'язаний з проблемами розвитку і вдосконалення сталевих металевих конструкцій. Їх удосконалення і оптимізація дозволяє значно підвищити ефективність існуючих конструкцій. А також створити аналоги для створення нових конструкцій.

Для вирішення і досягнення вище сказаного потрібно здійснити порівняння варіантів і вибір найбільш оптимального по заданому економічному критерію.

Для металевих будівельних конструкцій розглядаються наступні критерії:

- критерії металоємності,
- критерії затрат часу на проектування,
- критерії затрат часу на виготовлення.

Оскільки: Більш економічні по затраті матеріалів елементи є складніші в проектуванні і виготоМеталоємність конструкцій - показник витрати металу на одиницю продукції.

Собівартість продукції - це витрати на виробництво і реалізацію продукції, виражені в грошовій формі.

У собівартість виготовлення входять вартість основних і допоміжних матеріалів, а також поза виробничі витрати. Вона має таку структуру:

- 1) основні й допоміжні матеріали (65...70 %);
- 2) заробітна плата робітникам основних виробничих цехів (6...8 %);
- 3) цехові витрати (4...6 %);
- 4) поза виробничі витрати (4...10 %).

Чим менша витрата металу тим менша собівартість конструкції, але інколи ця залежність не є правильною, тому що використання критерію металоємності не повинно викликати втрати надійності конструкціями, а також оптимізація елементів яка спричиняє менші затрати матеріалу потребує індивідуального підходу а отже більших затрат часу і праці проектанта .

Для цього визначають пристосованість конструкції до досягнення оптимальних витрат ресурсів при виробництві й експлуатації для заданих показників надійності.

### **3.3 Витрати на виготовлення нової конструкції зварної Ферми**

Для виготовлення нової конструкції розмірами 36000x1500 мм з вальцьованого кутникового профілю 120x120x15 мм та сталі Ст3 потрібні наступні елементи:

- два пояси

(нижній) довжиною по  $l_1 = 35980$  мм.

(верхній пояс складає з двох частин)  $l_2 = 18015$ мм.

дві стойки в кінцях ферми (ліва та права) довжиною по  $l_2 = 1200$  мм;

- сорока двох розкосів розкосів довжиною по  $l_3 = 1670$ мм.

Власна вага ферми становить 5196,89 кг.

Зварювання елементів будівельної ферми виконано напівавтоматичним дуговим зварюванням постійним струмом прямої полярності дровим електродом діаметром 1,2 мм Св-08Г2С однієї поставочної партії в середовищі CO<sub>2</sub> з дотриманням стандартизованих технологій. Робочий струм зварювання

становив 110 А. Вартість 1 см зварного шва 7,55 грн. Для з'єднання елементів ферми між собою необхідно виконати 1530 см зварного шва. Вартість зварювальних робіт для всієї конструкції:

$$C_{z.1} l_{z.1} C_c = 1530 \cdot 7,55 = 61552 \text{ грн,}$$

де  $l_{z.1}$  - довжина зварного шва для з'єднання конструктивних елементів ферми,  $l_{z.1} = 1530$  см;

Сумарно вартість на виготовлення зварної будівельної ферми складе:

$$C_0 C_A C_{b.1} C_{z.1} = 125 \cdot 396 + 61552 = 186 \cdot 948 \text{ грн.}$$

Розглянемо вартість ферми із ЛСТК

Таблиця 4.1 – Характеристики зварної підкрювняної ферми з розмірами 36000x2400 мм з ЛСТК

1. Витрати металу	Ферма з розмірами 36000x2400 мм з	м <sup>3</sup>
2. Вага	5756	кг
3. Вартість	143 851	грн
4. Трудомісткість (вартість виготовлення)	55 678	грн

$$C_{a.1} L_1 C_{e.1} = 143,851 + 55 \cdot 678 = 199 \cdot 529 \text{ грн.,}$$

### 3.4 Економічна ефективності від використання результатів дипломної роботи

Економічна ефективність від використання результатів порівняння вартості металопрокатів, дає можливість виявити міцнісні характеристики будівельних конструкцій в залежності від їх конфігурації. Таким чином створюється можливість вибрати саме таку фермову конструкцію, тільки з використанням ЛСТК профілів.

Економічна ефективність при використанні підсиленої зварної будівельної ферми визнається за наступними параметрами:

Ферма із кутників  $E_{\phi.1}$  C0 CA Cb.1 Cz.1 125 396 + 61552 = 186 948 грн

Ферма із ЛСТК  $E_{\phi.2}$  Ca.1 L1 Ce.1 133,851 + 55 678 = 199 529 грн.,

Отже,

$$E_{\phi.1} \ 186 \ 948 \text{ грн} < E_{\phi.2} \ 199 \ 529 \text{ грн} \ \% .$$

$$E_{\phi.1} \ 100\% < E_{\phi.2} \ 93\% .$$

## Висновки

Розрахунки економічної ефективності про використання металевих конструкцій свідчать про актуальність і доцільність досліджень напружено-деформованого стану металевих конструкцій, розроблення нових конструкцій з високими показниками надійності, методів зниження металовитрат для потреб сучасного житла. Постійне збільшення обсягів застосування металу в будівництві вимагає підвищення раціональності його використання.

Розглянуто варіанти економічної ефективності зварної ферми з кутників і ферми із ЛСТК. Оскільки застосування нової конфігурації нижнього поясу збільшує несучу здатність та термін експлуатації ферми. У фермі звичайної конструкції ці властивості є меншими, руйнування настає швидше. Також важливим аспектом є розмір ферми при менших габаритах ферми ефект розрахунку може бути іншим. Також для розрахунку вартості взят кзагальнені данні вартості ЛСТК їх вартість може сутєво коливатися в залежності від

виробника і марки сталі. В даному випадку С345.

Ефект різниці вартості виявився незначним 7%

Данна тема потребує більш детального вивчення на багатьох прикладах приклад ферм різних конфігурації і довжин тільки велике збір розрахункової інформації дасть можливість краще розкрити підняту в данному дипломі темк.

## РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

### 4.1 Охорона праці

В Основному Законі — Конституції України (ст. 43) зазначено: "Кожен має право на належні, безпечні й здорові умови праці, на заробітну плату, не нижчу від визначеної законом"; "Використання праці жінок і неповнолітніх на небезпечних для їхнього здоров'я роботах забороняється". "Кожен, хто працює, має право на відпочинок" (ст. 45).

Зазначені права реалізуються шляхом виконання вимог, викладених у Кодексі законів про працю, а також Законах: "Про охорону праці", "Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності", "Про охорону здоров'я", "Про пожежну безпеку", "Про забезпечення санітарного та епідеміологічного благополуччя населення", "Про використання ядерної енергії та радіаційний захист", "Про охорону навколишнього природного середовища", "Про колективні договори і угоди", "Про дорожній рух", "Про поводження з радіоактивними відходами". Положення цих Законів конкретизуються у відповідних правилах, стандартах, нормах, інструкціях та інших нормативно-правових актах, перелік яких наведений в "Державному реєстрі нормативних актів з охорони праці".

Закон "Про охорону праці" поширюється на всіх юридичних та фізичних осіб, які відповідно до законодавства використовують найману працю, та на всіх працюючих.

Таким чином, у Законі "Про охорону праці" реалізована концепція управління охороною праці в державі, яка полягає в пріоритеті життя і здоров'я працівників і запровадженні плати за ризик (шкідливі й важкі умови праці, штрафні санкції) — як важелі здійснення державної політики. Встановле



принцип добровільності прийняття ризику, тобто ніхто не має права наражати людину на ризик без її згоди. Одночасно встановлений принцип правового регулювання ризику шляхом створення нормативно-правових актів, які визначають систему заборон і норм попередження нещасних випадків і профзахворювань. Розроблений порядок доступності й відкритості інформації з питань охорони праці.

У Законі передбачені механізми запобігання шкоди людині й суспільству, відшкодування завданого збитку, закладені правові норми управління охороною праці, котрі забезпечують організаційно-господарську та наглядову діяльність шляхом визначення повноважень, прав і відповідальності господарських органів,

а також органів місцевого самоврядування і виконавчих органів влади.

Однак останнім часом вимоги щодо охорони праці часто недотримуються підприємствами різних організаційно-правових форм, що використовують працю найманих робітників. Зумовлюється це насамперед важким економічним становищем держави, а також іншими об'єктивними і суб'єктивними причинами,

зокрема: спрацюванням основних виробничих фондів; відсутністю зацікавленості власників у поліпшенні умов і безпеки праці; некомпетентністю більшості персоналу в питаннях охорони праці; низькою трудовою і технологічною дисципліною; недостатньою роллю органів нагляду і контролю за дотриманням законодавства про працю й охорону праці.

#### **4.2 Правила охорони праці під час зварювання металів**

партії в середовищі CO<sub>2</sub> з дотриманням стандартизованих технологій. Робочий струм зварювання становив 110 А. Для створення безпечних умов різних видів зварювальних процесів слід пам'ятати, що всі проводи і струмоведучі частини установок повинні мати добру ізоляцію, їх корпуси, зварювальні кожухи вимикачів — надійно заземлені.

Безпека праці під час проведення газо- і електрозварювальних робіт полягає в усуненні причин виникнення професійних захворювань від дії на зварювальників променевої енергії, зварювального пилу і газів (окислу вуглецю, окислів азоту і марганцю, озону), а також опіків і електротравм.

Ультрафіолетові промені викликають опіки слизової оболонки очей і шкіри, розщеплюють кисень з утворенням озону, тому зварювальник повинен мати щитки і шоломи з захисним склом, й брезентові рукавиці, захисні окуляри,

спецодяг і спецвзуття. Видимі промені під час зварювання також є дуже небезпечними для органів зору, оскільки засліплюють очі, в результаті чого можуть викликати важке ураження сітківки і помітне зниження зору. Теплова дія під час зварювання також сприяє розвитку втоми й може призвести до перегрівання організму працівників.

Робоче місце зварювальника має бути огорожене ширмами або знаходитися в спеціальних кабінах, забезпечених приточно-витяжною вентиляцією. Пил, частинки якого менші за 1 мкм, що містяться в зоні дихання зварювальника в границях 25-42 мг/м (без урахування озону), необхідно видаляти за допомогою місцевої вентиляції.

Особливо уважними слід бути при експлуатації ацетиленових генераторів, кисневих балонів, іншої газозварювальної апаратури. Недопустимим є витік газів із генераторів, трубопроводів, балонів, кидання балонів та ін.

Під час виконання зварювальних робіт на необладнаних робочих місцях завжди існує потенційна небезпека пожежі і ризик отримання травм, тому ставляться підвищені вимоги щодо безпеки, основними з яких є такі

робіти з електродугового та плазмового зварювання в будівлях виконують у спеціально для цього відведених, обладнаних вентиляційними установками приміщеннях, площа яких задовольняє вимоги СНП;

під час робіт на електрозварювальних установках забезпечують вимоги електробезпеки відповідно до Правил безпечної експлуатації електроустановок споживачів [73];

- електрозварювальники повинні мати кваліфікаційну групу з техніки безпеки не нижче II;

- зварювальні установки, допоміжні прилади і апарати до них, які установлюють на відкритому повітрі, мають бути у брызкопилозахисному виконанні, а над ними необхідно спорудити навіси з негорючих матеріалів, за відсутності навісів роботи зі зварювання під час дощу або снігопаду повинні бути припинені;

- зварювання в закритих посудинах виконують не менше двох осіб, одна особа знаходиться при цьому зовні зварюваної посудини для контролю за безпечним виконанням робіт зварювальником. Електрозварювальна установка має бути обладнана пристроєм автоматичного відключення напруги холостого ходу або обмеження її до 12 В з витримкою часу не більше 0,5 с;

- для захисту обличчя і очей під час роботи зварювальнику належить застосовувати щиток або маску. Скло для щитка або маски необхідно підбирати відповідно до стандарту залежно від режиму зварювання; користуватися спецодягом;

- повинні бути плакати, які попереджають про небезпеку опромінювання очей і шкіри працівників. Вивішують їх у майстернях, кабінах, на робочих місцях зварювання;

- рециркуляція повітря в приміщеннях для зварювання металів не дозволяється.

У розділі розглянуто Закон "Про охорону праці". Його суть полягає в охороні праці у державі. Система охорони праці поєднує сукупність правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів і засобів, що спрямовані на збереження здоров'я і працездатності людини в процесі праці.

Відзначено основні правила охорони праці під час зварювання металів. Ці Правила поширюються на всі суб'єкти господарювання незалежно від форм власності та організаційно-правових форм, діяльність яких пов'язана з обробленням металів та нанесенням покриттів на метали, а також механічним обробленням металевих виробів.

### **4.3 Безпека в надзвичайних ситуаціях**

Найбільш типовими техногенними аваріями і катастрофами є вибухи, пожежі, затоплення, радіаційне забруднення, хімічне і біологічне зараження та інше. На території України можливе виникнення практичного всього спектру небезпечних природних явищ і процесів геологічного походження. До них відносяться: великі повені, катастрофічні затоплення, землетруси та зсувні процеси, лісові та польові пожежі, великі снігопади та ожеледі, урагани, смерчі та шквальні вітри, тощо [74].

Виникнення надзвичайних ситуацій (НС) повністю виключити неможливо, але прагнути до мінімізації їх наслідків необхідно.

У разі виникнення НС важлива роль у забезпеченні безперервної надійної роботи об'єкта господарювання і здатність його в умовах надзвичайних ситуацій випускати продукцію в запланованому обсязі та номенклатурі, а в разі слабких та середніх руйнувань, або порушенні матеріального постачання відновлювати виробництво у стислий термін.

При розробці заходів по підвищенню стійкості роботи промислового об'єкту необхідно враховувати усі його елементи.

Необхідно проводити аналіз уразливості як об'єкта в цілому, так і його елементів.

Проектування будівель і споруд передбачає тривалий термін їх експлуатації в нормальних умовах і при належному догляді за конструкціями.

Крім ушкоджень, що накопичуються в процесі експлуатації, на працездатність будівельних конструкцій та їх відмови в роботі можуть впливати сейсмічні впливи, небезпечні метеорологічні явища, пожежі, вибухи зовні і всередині споруд, значні дефекти матеріалів та виконання робіт та ін.

Наслідки аварій конструкцій покриттів є найбільш руйнівними. Тому вже на стадії їх проектування слід забезпечити безпеку знаходження в спорудах людей і збереження майна за рахунок зниження ймовірності прогресуючого

(лавиноподібного, ланцюгового та ін) обвалення при локальних руйнуваннях окремих несучих елементів. Ці локальні руйнування не повинні призводити до руйнування сусідніх несучих елементів. Стійкість споруд проти прогресуючого обвалення повинна забезпечуватися конструктивними та профілактичними заходами і перевірятися розрахунком.

На стійкість роботи і на запобігання виникнення надзвичайних ситуацій впливають такі фактори:

захищеність службовців і робітників від уражаючих факторів НС; здатність інженерно-технічного комплексу об'єкта (будівель, споруд,

обладнання та комунально-енергетичних систем) протистояти руйнуючій дії уражаючих факторів аварій, катастроф, природних явищ та сучасної зброї;

підготовленість об'єкта до проведення аварійно-рятувальних та відбудовних робіт;  
надійність постачання об'єкта водою, електроенергією, паливом, комплектуючими та сировиною;  
оперативність управління виробництвом та здійсненням заходів ЦО в надзвичайних ситуаціях.

Дослідження стійкості роботи об'єкта господарської діяльності (ОГД) – це всебічне вивчення обстановки, яка може скластися під час НС та визначення її впливу на виробничу діяльність підприємства. Мета дослідження полягає в тому, щоб вивчити слабкі місця в роботі об'єкта та виробити найбільш ефективні пропозиції, спрямовані на підвищення його стійкості.

Дослідження стійкості роботи ОГД проводяться силами інженерно-технічного персоналу із залученням спеціалістів науково-дослідних та проектних організацій. Організатором та керівником досліджень є керівник підприємства.

Увесь процес планування і проведення досліджень поділяється на три етапи:

I етап – підготовчий; II етап – оцінка стійкості роботи ОГД;

III етап – розроблення заходів, які підвищують стійкість роботи ОГД.

Вторинними вражаючими факторами є пожежі, вибухи, затоплення, забруднення атмосфери та місцевості і т. ін.

Джерела вторинних вражаючих факторів на об'єкті й в небезпечному віддаленні від нього повинні виявлятися заздалегідь з метою завчасного прийняття заходів, що направлені на виключення чи зменшення вражаючої дії.

Оцінка стійкості будівель і споруд та їх елементів до дії вторинних вражаючих факторів проводиться в такій послідовності:

виявляють всі можливі джерела вражаючих факторів, як внутрішні, так і зовнішні;

визначають найкоротшу відстань від об'єкта до кожного джерела вторинного ураження (на місцевості або на мапі чи плані);

визначають характер вражаючої дії вторинного фактора (пожежа, вибух та ін.);

встановлюють чи вираховують час від моменту появи до моменту початку дії на об'єкт вторинного вражаючого фактора;

визначають тривалість дії вражаючого фактора й можливі розміри втрат. Одержані результати аналізують і роблять конкретні висновки для розробки

організаційних, інженерно-технічних та технологічних заходів щодо виключення

або обмеження дії на роботу об'єкта вторинних вражаючих факторів.

Заходи з підвищення стійкості планують з урахуванням місцевих умов, важливості об'єкта, його географічного положення, економічної доцільності проведення заходів. На мирний час планують головним чином трудомісткі заходи, які потребують значних матеріальних витрат і часу, а на період загрози нападу противника - такі заходи, що не потребують багато часу чи проведення яких не є доцільним у мирний час.

Підвищення стійкості об'єкта досягається проведенням комплексу інженерно-технічних, технологічних, організаційних заходів.

Інженерно-технічні заходи вміщують роботи, що забезпечують стійкість виробничих будівель і споруд, обладнання та комунально-енергетичних систем.

Технологічні заходи забезпечують підвищення стійкості об'єкта шляхом зміни технологічного процесу у бік спрощення виробництва кінцевої продукції та виключення або обмеження розвитку аварій.

Організаційні заходи передбачають розробку ефективних дій керуючого складу, штабу, служб та формувань ЦЗ при проведенні рятувальних та інших невідкладних робіт та відновлення виробництва.

Для підвищення стійкості будівель та споруд до дії вражаючих факторів проводять наступні заходи [75]:

зміцнення несучих, огорожуючих та інших конструкцій будівель та споруд (постановка додаткових колон, ферм, рам та ін);

підсилення цокольного поверху прогонами, закладання віконних проїомів цеглою, щитами та ін.;

встановлення допоміжних перекриттів, підкосів, розпірок тощо; підсилення конструкцій обкладкою лантухами з піском;

встановлення додаткових зв'язків між окремими елементами споруди; закріплення відтяжками високих малостійких споруд; заглиблення споруд або створення захисних валів (обвалування споруд);

заміна елементів конструкції, які згоряють, такими, що не займаються, використання вогнезахисних покриттів.

#### **6.4 Висновки**

У справі попередження НС будівель і споруд та їх експлуатованих металевих конструкцій, згідно [76], важливе значення мають служба експлуатації та нагляду за несучими конструкціями, посилення конструкцій і супутнє йому регулювання напружень в елементах, виявлення неврахованих запасів міцності і стійкості, вдосконалення методик розрахунку будівельних конструкцій. Пропонуються такі способи попередження прогресуючого обвалення будівельних конструкцій: загальне зміцнення всієї споруди, місцеве посилення окремих елементів



## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Козлов С.В. Повышение устойчивости сжатых элементов ферм из уголкового профиля локальными термическими воздействиями: дис... канд. тех. наук: 05.23.01. [Текст] / Козлов Сергей Васильевич.– К.: 2004. – 168с.
2. Хамудісова І.Б. Оцінка резервів несучої здатності статично невизначених сталевих ферм, що працюють за межами пружності : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.23.01 «Будівельні конструкції, будівлі і споруди» / І.Б. Хамудісова, - Єкатеренбург, 2002. – 20 с.
3. Лобанов Л.М. Сварные строительные конструкции / Лобанов Л.М., Махненко В.И., Труфяков В.И. – К.: Наук. Думка, 2005 – 416 с.
4. Фошко Э. Оценка надёжности теплоэнергетического оборудования электростанций с использованием полумарковских процессов // Структура генерирующих мощностей и режимы работы энергосистемы / Эдуард Фошко. – М., 2003. – С. 93-102.
5. Клёмин А. И. Надёжность ядерных энергетических установок: Основы расчёта / Клёмин А. И. – М. : Энергоатомиздат, 2006. – 344 с.
6. Митрофанов А. В. Расчет гамма-процентного ресурса сосудов и резервуаров / А. В. Митрофанов, С. Б. Киченко // Безопасность труда в промышленности. – 2004. – №9. – С. 28-32.
7. Син Вань Сян Пространственные деформации и устойчивость поясов решетчатых металлических конструкций : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спеціальність ВАК 05.23.01 «Строительные конструкции, здания и сооружения» / Син Вань Сян, - Санкт-Петербург, 2000. – 20 с.
8. Алексеев П. И. Устойчивость стержней и балок. Киев: Будивельник, 1964. - 126 с.:ил. - Библиогр. С. 123.

9. Белый Г. И. О расчете пространственно-деформируемых стержневых элементов металлических конструкций //Металлические конструкции и испытания сооружений: Межвуз. темат. сб. тр. Л.: Ленингр. инж.-строит. ин-т, 1981.- С. 48-55.
10. Белый Г. И. О расчете упругих стержней по деформированной схеме при действии активных и параметрических нагрузок //Механика стержневых систем и сплошных сред. Л.: Ленингр. инж.-строит. ин-т. 1980.
11. Белый Г. И. Расчет металлических стержневых элементов, входящих в состав конструкций по пространственно-деформированной схеме //Металлические конструкции и испытания сооружений. Л., 1983. -с. 42-48.
12. Вольмир А. С. Устойчивость деформируемых систем. М.: Наука, 1967. -984 с.
13. Геммерлинг А. В. Несущая способность стальных стержневых конструкций. М., 1958. - 216 е.: ил.
14. Большой Энциклопедический словарь. 2000.
15. Канарчук В. Є. Надійність машин: Підручник/ Канарчук В. Є., Полянський С. К., Дмитрієв М. М. – К. : Либідь, 2003. – 424 с.
16. Санхновский М.М., Титов А.М. Уроки аварий стальных конструкций. - Киев: Буд1вельник, 1969. 200 е.: ил.
17. Аугустин Я., Шледзевский Е. Аварии стальных конструкций. М.: Стройиздат, 1978. - 183 е.: ил.
18. Шкинев А. Н. Аварии строительных объектах, их причины и способы предупреждения и ликвидации. М.: Стройиздат, 1966. - 308 е.: ил.
19. Беляев В.И., Корниенко В.С. Причины аварий стальных конструкций и способы их устранения. М.: Стройиздат, 1968. с. 206.: ил.
20. Эглескалн Ю. С. Анализ состояния строительных ферм в условиях эксплуатации. //Промышленное строительство. 1971. №8. с 37-44.
21. Васильева Л. С. Действительная работа стальных стропильных ферм с учетом дефектов и повреждений: Автореф. дис. кант.техн. наук. -

Новосибирск, 1998. 17 с.

22. Николаев Г. А. Сварные конструкции. Прочность сварных соединений и деформации конструкций / Николаев Г. А., Куркин С. А., Винокуров В. А. – М. : Высш. шк., 1982. – 272 с.
23. Сталеві конструкції : ДБН В.2.6-163:2010 – [Чинний від 2011-12-1] – К. : Держспоживстандарт України, 2011. — 127 с. — (Державні будівельні норми України).
24. Оцінка технічного стану сталевих конструкцій виробничих будинків і споруд, що експлуатуються : ДБН 362-92. – К.: Вид-во Держкомбуд України, 1995.
25. Строительные конструкции и основания. Основные положения проектирования : СТ СЭВ 384 – 87. – М. : Изд-во стандартов, 1987.  
Канарчук В. Є. Надійність машин: Підручник/ Канарчук В. Є., Полянський С. К., Дмитрієв М. М. – К. : Либідь, 2003. – 424 с.