

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Проект автосалону зі станцією технічного обслуговування
автомобілів з оптимізацією металевих конструкцій

Виконав(ла): студент(ка) 2 курсу, групи МБД-21

спеціальності 192 Будівництво та цивільна

інженерія

(шифр і назва спеціальності)

(підпис)

Фірута В.М.
(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Сорочак А.П.
(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Данильченко С.М.
(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

(підпис)

Ясній В.П.
(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

Бобик М.П.
(прізвище та ініціали)

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

Факультет Центр перепідготовки та післядипломної освіти
(повна назва факультету)

Кафедра будівельної механіки
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Ясній В.П.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

« ___ » _____ 2021 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 Фірута Володимир Миколайович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект автосалону зі станцією технічного обслуговування
автомобілів з оптимізацією металевих конструкцій

Керівник роботи к.т.н., доц. Сорочак Андрій Петрович
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «28» жовтня 2021 року № 4/7-917

2. Термін подання студентом завершеної роботи 20 грудня 2021

3. Вихідні дані до роботи Район будівництва – місто Львів. Вітровий район – 3.
Температурна зона – 1.

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

Архітектурно-будівельна частина. Розрахунково-конструктивна частина.

Науково-дослідна частина. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.

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

Фасади. Генплан. План 1-го поверху. План 2-го поверху. План 3-го поверху. Розрізи.

Ферма кроквяна ФК2. Вузли ферми. Сходова клітка.

Результати оптимізації конструкції кроквяної ферми.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
Розділ 1 АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА.....	7
1.1. Умови району будівництва.....	7
1.2. Функціональна характеристика об'єкту будівництва.....	8
1.3. Об'ємно-планувальне рішення.....	9
1.4. Архітектурно-конструктивне рішення	11
1.4.1. Конструктивні рішення надземної частини	11
1.4.2. Оздоблення будівлі.	13
1.4.3. Покрівля	14
1.4.4. Ворота, двері, вікна	15
1.4.5. Внутрішнє оздоблення.....	16
1.4.6. Відновлення (рекультивація) земельної ділянки, використання родючого шару ґрунту, охорона навколишнього середовища і земель	17
1.5. Інженерні мережі	18
1.5.1. Водопостачання та каналізація.....	18
1.5.2. Опалення та вентиляція.....	21
1.5.3. Протипожежні заходи.....	26
1.5.4. Заходи по зменшенню шуму.....	27
1.5.5. Основні техніко-економічні показники.....	27
1.6. Розрахунок природного освітлення в приміщенні при боковому освітленні.	27
1.7. Техніко-економічні показники об'єкту.....	31
Розділ 2 РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА.....	32
2.1. Розрахунок та конструювання кроквяної ферми.....	32
2.2. Розрахунок косоурів.....	37
2.3. Розрахунок бази колони.....	40
2.3.1. Розрахунок анкерних болтів	43

2.3.2. Розрахунок анкерних пластин	43
Розділ 3 НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА	46
3.1. Постановка задач дослідження	46
3.2. Методика досліджень	47
3.3. Результати досліджень	49
Розділ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У	
НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	53
4.1. Виробнича санітарія	53
4.2. Техніка безпеки при експлуатації будівельних машин	54
4.3. Розрахунок опору заземлюючого пристрою	59
4.4. Забезпечення пожежної та вибухової безпеки на об'єкті	61
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	63
БІБЛІОГРАФІЯ.....	64
ДОДАТОК А. Результати розрахунку кроквяної ферми	67
ДОДАТОК Б. Результати розрахунку косоурів сходового марша	72

ВСТУП

Актуальність теми роботи. Автомобільний транспорт відіграє надзвичайно важливу роль у всіх сферах економіки та активно використовується в повсякденному житті. За статистичними даними інформаційно-аналітичної групи Auto-Consulting [1], темпи зростання продаж нових автомобілів в Україні в 2021 році складають 10-20% щомісячно. Для забезпечення такої позитивної динаміки зростання обсягу реалізації автомобілів для дилерських мереж актуальним є будівництво нових автоцентрів, стацій сервісного обслуговування та стоянок до них.

Найчастіше будівлі даного типу виконуються з металевих конструкцій, що забезпечує найкоротші терміни будівництва та помірні затрати. При цьому важливим питанням є оптимізація металоконструкцій, що дозволяє зменшити витрати сталі, знизити масу елементів та навантаження на фундамент будівлі. Тому розробка нових та покращення існуючих методів оптимізації є актуальною науковою задачею, яка має велике практичне значення.

Мета роботи – розробка методики параметричної оптимізації маси металеві ферми, яка застосована в конструкції запроєктованого автосалону.

Для досягнення вказаної мети було сформульовано наступні **задачі**:

- дослідити напружено-деформівний стан металеві ферми запроєктованого автосалону;
- запропонувати та апробувати методику параметричної оптимізації дані ферми за критерієм мінімальної маси з використанням скінченно-елементного аналізу.

Об'єкт дослідження – металева ферма автосалону.

Предмет дослідження – напружено-деформівний стан металеві ферми.

Методи дослідження: аналітичний, метод скінченних елементів, порівняльний аналіз.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в наступному:

1. Отримала подальший розвиток методика параметричної оптимізації металевих ферм з використанням методу скінченних елементів.

Практична значимість результатів дослідження. В роботі виконано оптимізацію конструктивних параметрів кроквяної ферми прольотом 33 м за критерієм мінімальної маси. Розраховано напружено-деформівний стан згенерованих варіантів конструкції. Методика оптимізації може використовуватися в подальшому для інших типів металевих конструкцій різного призначення.

Апробація результатів роботи. Отримані результати наукових досліджень доповідались на X Міжнародній науково-технічній конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій».

Публікації. Застосування методу стохастичного імітаційного моделювання для оптимізації конструктивних параметрів просторової ферми / Б.С. Крохмальний, В.М. Фірута, А.З. Ольшанський, А.П. Сорочак // Актуальні задачі сучасних технологій: збірник тез доповідей X Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів (Тернопіль, 24-25 листопада 2021). – Т. 1. – Т. : ТНТУ, 2021. – С. 46-47.

Ключові слова: МЕТАЛЕВА ФЕРМА, НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМІВНИЙ СТАН, ПАРАМЕТРИЧНА ОПТИМІЗАЦІЯ.

Розділ 1

АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА

1.1. Умови району будівництва

Ділянка будівництва Автоцентру «КІА» розміщена на вул. Городоцькій в м. Львів і межує із заходу, півночі та сходу з територіями, що були призначені під промисловість. Із півдня ділянка межує із територіями промвузла «Скнилів» та торгово-складськими базами.

Район будівництва – м. Львів. Район відноситься до Ш В-3 кліматичної підзони фізико-географічного районування України [2]. Середня температура складає $+6,7^{\circ}\text{C}$. Клімат району – помірно теплий, вологий.

Переважаючі вітри – північно-західні, вітровий район – Ш. Найбільш сильні вітри спостерігаються в січні місяці. Вітрове навантаження – 520 Па.

На протязі року випадає 798 мм опадів, сніговий район – Ш. Снігове навантаження – 1310 Па.

Сейсмічність району згідно [3] – до 6 балів.

Середня глибина промерзання ґрунту складає 0,8 м.

В інженерно-геологічному розрізі ділянки виділені наступні інженерно-геологічні елементи (ІГЕ):

ІГЕ-1 – насипний ґрунт – асфальт товщиною 3–4 см, щебінь, гравій з суглинистим заповнювачем потужністю від 0,6 м до 0,8 м.

ІГЕ-2 – суглинок чорний, гумусований, тугопластичний з тонкими прошарками супіску голубувато-сірого потужністю від 0,6 м до 1,1 м.

ІГЕ-3 – суглинок жовтувато-бурий і голубувато-сірий, тугопластичний з тонкими прошарками піску пилуватого, вологого потужністю від 1,1 м до 3,4 м.

ІГЕ-4 – супісок жовто-сірий, пластичний з тонкими прошарками піску пилуватого насиченого водою потужністю від 2,6 м до 6,4 м.

ГЕ-5 – глина зеленувато-сіра, тугопластична з включеннями жорстви вапняку до 25% розкритою потужністю 7,2 м.

Грунтові води на період вишукувань залягали на глибинах 2,0...2,7 м, абсолютні відмітки дзеркала води 319,2...318,6 м. Сезонні коливання ґрунтових вод можуть досягати до 1,0 м від зафіксованого. Просадочні ґрунти відсутні.

1.2. Функціональна характеристика об'єкту будівництва

Передбачається будівництво виробничого комплексу в складі станції технічного обслуговування, салону з продажу автомобілів «KIA» та адміністративно-побутового блоку.

Технологічне обладнання станції технічного обслуговування та приміщення автосалону розміщено на першому поверсі. Адміністративні та побутові приміщення розміщуються на 2-му та 3-му поверхах адміністративно-побутового блоку.

Технічне обслуговування автомобілів «KIA» здійснюється спеціально навченими робітниками із застосуванням фірмового обладнання, що сертифіковане в Україні.

Річна максимальна потужність з обслуговування автомобілів марки «KIA» на станції технічного обслуговування та продажів наведена в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Річна потужність автосалону «KIA» зі станцією технічного обслуговування

Найменування виробництв	Потужність виробництва	
	Добова, шт./добу	Річна, шт./рік
Зона приймання на сервіс та пост комплексної діагностики	32	9760
Технічний огляд та плановий ремонт (ПР та ТО)	50	15250
Мийка автомобілів	16	4880
Продаж автомобілів	2	610

Режими роботи

Режим роботи автоцентру – однозмінний.

Тривалість зміни – 8 годин. Тривалість робочого тижня – 40 годин.

Кількість робочих днів в році – 305.

Ефективний річний фонд часу робітників – 1800 годин.

Ефективний річний фонд часу обладнання – 1880 годин.

Основні технологічні рішення СТО

На станції технічного обслуговування містяться наступні виробничі дільниці:

1. Мийка автомобілів перед оглядом;
2. Дільниця діагностики
3. Дільниця ТО (технічного обслуговування) та ПР (поточного ремонту);
4. Дільниця ремонту агрегатів;
5. Дільниця шиномонтажу;
6. Дільниця тюнінгу;
7. Склад запасних частин та спеціальних інструментів.

Потужність станції технічного обслуговування складає 14 робочих постів обслуговування автомобілів, в тому числі:

- пост мийки автомобілів – 1;
- пост діагностики – 1;
- постів ТО та ПР – 10;
- постів тюнінгу – 2.

Робота станції технічного обслуговування організована таким чином, що час очікування автомобілів до та після обслуговування практично відсутній. На території СТО передбачається автостоянка для автомобілів, що очікують та пройшли технічне обслуговування.

1.3. Об'ємно-планувальне рішення

Архітектурно-планувальне рішення генерального плану обумовлене місцем знаходження майданчика будівництва, сформованою транспортною схемою,

вимогами технологічних потреб та інженерного забезпечення, дотриманням санітарних та протипожежних вимог та норм [4].

Будівля автоцентру зорієнтована головним фасадом до вул. Городоцької. Перед нею пропонується влаштувати гостьові автостоянки та невеличкі зони зелених насаджень. Із східної сторони пропонується влаштувати стоянки автотранспорту обслуговуючого персоналу. Решту території призначення під заощення та організацію відкритої виставки автомобілів, що продаються, а також для технологічних проїздів. Площадку для виставки автомобілів пропонується огородити металевим парканом із плетеної сітки на металевих стовпчиках. Із східної сторони плануванням ділянки передбачено заїзд із місцевого проїзду та влаштуванням при цьому в'їзді будівлі охорони. Вільну від забудови та заощення територію пропонується озеленити. Головний заїзд до автоцентру пропонується здійснити з напрямку вул. Городоцької. Покриття доріг, технологічних проїздів та автостоянок пропонується влаштувати із асфальтобетону. Покриття пішохідних доріжок – із цементної тротуарної плитки. Пожежогашіння здійснюється первинними засобами [5].

Будівля відноситься до II ступеня вогнестійкості. Категорія по вибухово-пожежній небезпеці в салоні з продажу автомобілів і в СТО – В. Будівельні параметри будівлі 54,0×33,0 м, прямокутної конфігурації в плані. За умовну відмітку 0,000 прийнятий рівень чистої підлоги салону з продажу автомобілів, що дорівнює абсолютній позначці – 321,450 м.

Будівля каркасного типу з триповерховою цегляною вставкою. Каркас виконаний із сталевих конструкцій з подальшим вогнезахистом.

Будівля має перемінну поверховість (приміщення СТО – 2 поверхи, автосалон – 1 поверх, офісна частина – 3 поверхи)

Відмітки поверхів 3,3 м – адміністративно-побутова частина і приміщення паливної.

Салон продажу автомобілів має двосвітний простір, відмітка низу несучих конструкцій – 8,83 м. Для приміщення СТО відмітка низу несучих конструкцій – 4,3 м.

Робочі приміщення 1-го поверху висотою 4,2 м, технічні і допоміжні приміщення 2-го поверху висотою 3,0 м.

1.4. Архітектурно-конструктивне рішення

Оскільки пляма забудови потрапляє на територію з насипними ґрунтами (ПЕ-1, ПЕ-2) товщиною 0,8–1,8 м, основою фундаментів будуть служити ґрунти шару ПЕ-4 з такими характеристиками: $C_{II} = 0,11 \text{ кгс / см}^2$; $\gamma_{II} = 20 \text{ кН / м}^3$; $E = 170 \text{ кгс / м}^2$; $\varphi = 21^\circ$, та частково ґрунти з шару ПЕ-3 з наступними характеристиками: $C_{II} = 0,30 \text{ кгс / см}^2$; $\gamma_{II} = 19,9 \text{ кН / м}^3$; $E = 250 \text{ кгс / м}^2$; $\varphi = 22^\circ$ [6].

Фундаменти автоцентру «КІА» виконані в двох варіантах [7]:

- під металевий каркас – стовпчасті;
- під цегляні стіни – стрічкові.

Матеріал фундаментів: бетон класу В15; арматура класу А400С по ДСТУ 3760:2006.

Будівельні роботи не призведуть до негативних змін у природному середовищі.

1.4.1. Конструктивні рішення надземної частини

Будівля має прямокутну форму в плані з габаритними розмірами 54.0 × 33.0 м

Конструктивна схема надземної частини являє собою одноповерхову рамну конструкцію, розділену триповерховою цегляною вставкою на два блоки [8].

Несучий каркас будівлі в осях 1–6; 8–10 запроєктований в металевих конструкціях і складається в осях 1–6 із колон суцільного перерізу із зварних

широкополичних двотаврів та кроквяних ферм покриття прольотом $L = 33.0$ м із парних рівнополичних кутників. Ферми виконані по типу рішень серії 1.460.2–10/98 в.1. В осях 8–10 несучими конструкціями покриття запроєктовані зварні балки двотаврового перерізу. Несучими елементами покриття являється профільований настил по прогонах покриття із гарячекатаних швелерів. По осях 1; 8; 10 запроєктований стіновий фахверк з стійок із зварного широкополичного двотавра та ригелів із гарячекатаних швелерів по торцях (осі 1; 10) і балок перекриттів із зварних двотаврів по осі 8.

В осях 8–10; А/3 - Б запроєктована балочна клітка під перекриття на відм. +3,300.

Просторова жорсткість каркасу у поперечному напрямі забезпечена жорстким закріпленням колон каркасу до фундаментів, у повздовжньому напрямі в осях 1–6 постановкою вертикальних зв'язків в осях 3–4 та жорсткістю елементів покриття, яка забезпечується вертикальними зв'язками між кроквяними фермами в осях 3–4, розпірками по нижніх поясах ферм і жорстким диском покриття, який створює профільований настил по прогонах [9].

В осях 8–10 жорсткість каркасу забезпечена закріпленням балок, прикріплених до цегляної стіни по осі 8, тобто закріпленням металевого каркасу до цегляної вставки корпусу в осях 6–8.

В осях 1–2; А/4–Б запроєктована балочна клітка на відм. +4,010 під монолітну залізобетонну ділянку перекриття на відм. +4,300 з опиранням на балки баків для води.

Вздовж стіни по ряду «В» в осях 1–8 запроєктований навіс на відм. +3,600, несучі балки якого опираються на стійки по ряду «Г» по осях 2–6, які складаються із двох швелерів, з'єднаних планками, а по осях 7; 8 балки закріплені консольно до цегляної стіни та проміжної стійки фахверку. Несучі балки запроєктовані із 2-х швелерів, покриття навісу із профільованого настилу по прогонах із гарячекатаних швелерів.

Триповерхова цегляна вставка та вбудовані приміщення СТО виконані з повнотілої керамічної цегли КрПв–1/100/1650/15 ДСТУ Б В.2.7-61-97 (REI150) – товщиною 250 і 380 мм, перегородки 120 мм на розчині М75 [10].

Міжповерхові перекриття виконані із кругло пустотних панелей перекриття по серії 1.141–1 в.63 та монолітних з.б. ділянок товщиною 150 мм [11].

Матеріал бетон класу В25. Арматура класу А240С, А400С по ДСТУ 3760:2006.

Сходи монолітні залізобетонні, а також залізобетонні по металевих косоурах.

1.4.2. Оздоблення будівлі.

Зовнішні стіни прийняті:

- тришарові композитні панелі типу сендвич фірми «KINGSPAN», або аналогічної за якістю, товщиною 150 мм, колір RAL 9006;
- цегляні армовані товщиною 380 мм з утепленням і подальшим облицюванням композитними плитами «Concerto» з алюмінію;
- в салоні з продажу автомобілів в якості зовнішньої стіни прийнята навісна структурна засклена фасадна система по типу «Львіввікнопласт», з однокамерним склопакетом з енергозберігаючими властивостями.

Стіни сходових кліток цегляні (REI120), перекриття монолітне залізобетонне (REI 45), сходові марші і площадки монолітні залізобетонні. Сходові клітки мають природне освітлення через прорізи в зовнішніх стінах, тип евакуаційних сходових кліток – СК1.

Стіни, що поділяють комплекс на протипожежні відсіки, з повнотілої керамічної цегли КрПв–1/100/1650/15 ДСТУ Б В.2.7-61-97 (REI150) – товщиною 380 мм.

Внутрішні перегородки прийняті:

- в офісних приміщеннях – цегляні товщиною 120 мм. Стіни і перегородки в коридорах – вогнестійкості EI>15;

- офісні приміщення в салоні з продажу автомобілів – перегородки з загартованого скла з межею вогнестійкості EI 45;
- в технічних приміщеннях, вентиляційній камері, паливній, коморах – з повнотілої керамічної цегли КрПв–1/100/1650/15 ДСТУ Б В.2.7-61-97 (протипожежні стіни 2-го типу вогнестійкості REI 60) – товщиною 120 – 250 мм;
- перегородки СТО – цегляні, товщиною 120 – 250 мм.

1.4.3. Покрівля

Покрівля частини будівлі над салоном з продажу автомобілів, СТО прийнята:

- одношарова мембрана із синтетичного каучуку (EPDM) типу Renofol;
- мінераловатні плити (DACHROCK MAX) – 200 кг / м³: СТО – 100 мм; автосалону – 150 мм.
- пароізоляційна плівка Юф Н;
- профільований настил.

Покрівля СТО в осях 5 – 6 прийнята:

- цементно-піщана стяжка 40 мм;
- одношарова мембрана із синтетичного каучуку (EPDM) типу Renofol;
- мінераловатні плити типу ROCKWOOL (DACHROCK MAX);
- пароізоляційна плівка Юф Н;
- профільований настил.

Покрівля офісного блоку похила (схил 6%), суміщена, з внутрішнім водостоком. По периметру покрівлі запроектовано огорожу у вигляді парапету.

Покрівля адміністративно-побутової частини:

- одношарова мембрана із синтетичного каучуку (EPDM) типу Renofol;
- мінераловатні плити типу ROCKWOOL (DACHROCK MAX) – 150 мм;
- похилоутворюючий шар з керамзитового гравію;
- пароізоляційна плівка Юф Н;
- залізобетонні плити покриття – 220 мм.

1.4.4. Ворота, двері, вікна

Зовнішні ворота дільниці комплексної діагностики та приймання на сервіс – промислові секційні, утеплені розміром 3000×3000 мм з вікнами.

Зовнішні ворота дільниці мийки автомобілів – промислові секційні, утеплені, розміром 3000×3000 мм з вікнами та хвірткою.

Зовнішні ворота сервісного цеху і проїзду – промислові розпашні, утеплені, розміром 3000×3000 мм з вікнами та хвірткою.

В протипожежній стіні 1-го типу між автосалоном і виробничими приміщеннями категорій В планується установити в внутрішній цегляній стіні секційні ворота з межею вогнестійкості EI 60 [5].

Внутрішні двері – металопластикові з замками, які відкриваються зсередини приміщень без ключа.

Ворота між СТО і тюнінгом – промислові, частково засклені 4000×3000 мм. Двері робочих кімнат на всіх поверхах – засклені. Двері туалетів – металопластикові, дверна фурнітура з туалетними засувками.

В салоні автопродажу зовнішні двері – засклені, утеплені.

Внутрішні вікна офісних приміщень і вітражі автосалону з алюмінієвого профілю білого кольору з однокамерним склопакетом, з відкриванням, підвіконня ламіноване. Зовнішні вікна адміністративно-побутового блоку двохкамерні. Віконні відливи з тонколистової оцинкованої сталі.

Для освітлення і димовидалення в сходових клітках передбачено на кожному поверсі вікна з фрамугами, які відкриваються, площею 1,2 м². Зовнішні вікна цеху – з алюмінієвого профілю білого кольору з однокамерним склопакетом, з відкриванням, без підвіконня, зовнішні віконні відливи з тонколистової оцинкованої сталі.

Світлові ліхтарі використовуються в приміщеннях сервісного цеху [8]. Світлові ліхтарі прямокутної форми розмірами 3000×3000 мм фірми «ESSMANN». Купола ліхтарів в приміщенні сервісного цеху виконано з

полікарбонату, основа купола з алюмінію або оцинкованих сталевих пластин з теплоізоляцією з мінеральної вати.

1.4.5. Внутрішнє оздоблення

Колони в салоні для продажу автомобілів, офісних приміщеннях вкрити вогнезахисним покриттям «Ендотерм» по розрахунку $R = 120$, але не менше 25 мм, облицювати гіпсокартонними плитами з подальшим фарбуванням водоемульсійною фарбою за два рази, колір білий.

Колони в приміщеннях сервісного цеху вкрити вогнезахисним покриттям по типу «Ендотерм». Для покращення зовнішнього вигляду покриття вологу поверхню останнього шару відразу після нанесення обробити за допомогою ручних інструментів для тинькування.

Цегляні стіни – тинькування цементним розчином, з затиркою, з подальшим фарбуванням глянцевою водоемульсійною фарбою за два рази, колір білий.

Стіни туалетів, душових, гардеробних оздоблюється глазурованою керамічною плиткою на всю висоту; в кімнаті приймання їжі робоча поверхня оздоблюється глазурованою керамічною плиткою, інші поверхні – фарбування водоемульсійною фарбою за два рази.

В технічних приміщеннях з підвищеним рівнем шуму стіни оздоблюються звукоізоляційними матами з мінераловатних плит.

В приміщенні паливної стіни та перекриття обробити паро- та газонепроникною грунтовкою.

В приміщеннях мийки стіни мають оздоблення керамічною плиткою на всю висоту, з улаштуванням гідроізоляції.

В приміщенні салону з продажу автомобілів підвісна стеля виконується з гіпсокартону по системі «Кнауф», колір – білий. В мокрих приміщеннях з вологостійкого гіпсокартону.

В робочих кімнатах, коридорах, побутових приміщеннях підвісна стеля оздоблюється модульними акустичними стельовими плитками по типу «Армстронг», колір білий.

В сходових клітках, технічних приміщеннях оздоблення стелі – затирання цементним розчином та фарбування водоемульсійною фарбою за два рази.

Підлога автосалону виконана матовою, напівматовою і глянцевою керамічною плиткою підвищеної міцності світло-сірого кольору розміром 300×300 мм.

В приміщеннях сервісного цеху, технічних приміщеннях, майстернях, складських приміщеннях – фібробетон з бензооливорезистентним покриттям.

На сходових клітках та коридорах АП-частини – керамічна плитка (керамограніт виробництва Чехії).

На підлозі гардеробної, кімнати приймання їжі, кімнат прибиральниць, туалетів і душових – керамічна плитка виробництва Іспанії.

Для покриття підлоги в адміністративних приміщеннях (робочих кімнатах) передбачено рулонний ковролін, ламінат.

1.4.6. Відновлення (рекультивация) земельної ділянки, використання родючого шару ґрунту, охорона навколишнього середовища і земель

Родючий шар ґрунту зрізається і відвозиться в місця рекультивації, а необхідні для озеленення ділянки використовуються на майданчику [6].

В заходи по охороні навколишніх земель і середовища входять:

- охорона ґрунтово-родючого шару землі;
- відвід дощових та талих вод з ділянки закритим методом;
- застосування покриття автомобільних шляхів і площадок, які не виділяють пилу;
- застосування покриття із піщаного асфальтобетону;
- максимальне озеленення території, вільної від забудови.

1.5. Інженерні мережі

1.5.1. Водопостачання та каналізація

Для забезпечення санітарно-побутових умов персоналу та відвідувачів, а також виробничих потреб персоналу, передбачається будівництво внутрішніх та майданчикових мереж водопостачання і каналізації:

- господарсько-питного виробничо-протипожежного водопостачання;
- гарячого водопостачання;
- системи оборотного водопостачання мийки автомобілів;
- побутової каналізації;
- виробничої каналізації;
- дощової каналізації.

Джерелом господарсько-питного виробничо-протипожежного водопостачання об'єкту слугуватиме існуючий кільцевий міський водопровід.

Приготування гарячої води передбачається в приміщенні власної теплогенераторної.

Будинок автоцентру являє собою громадську триповерхову споруду з виробничою частиною загальним будівельним об'ємом 15500 м³, об'єм огороженої протипожежними конструкціями виробничої частини будинку категорії «В» по пожежній безпеці 8120 м³.

Згідно [5] в приміщеннях станції технічного обслуговування та виставкового залу передбачається влаштування внутрішнього пожежогасіння в 2 струмини по 5 л/с кожна. В ізольованих протипожежними конструкціями адміністративних приміщеннях об'ємом 3000 м³ внутрішнє пожежогасіння не передбачається.

Витрата води на зовнішнє пожежогасіння становить 15 л/с. Зовнішнє пожежогасіння здійснюється від запроектованих та існуючих міських гідрантів. В місцях розміщення пожежних гідрантів встановити відповідні вказівники по серії ЛП-170 вип. 15.

Для постійного забезпечення водою об'єкту на господарсько-виробничі потреби та потреби внутрішнього пожежогашіння, передбачається влаштування ємностей запасу води та підвищувальних насосних установок.

Мережі водопостачання монтуються із сталевих водогазопровідних оцинкованих та пластмасових напірних труб.

Витрата води по об'єкту становить 2,03 л/с, 4,92 м³/год, 11,29 м³/добу, в тому числі:

- гарячої води 1,21 л/с, 1,52 м³/год, 3,05 м³/добу;

- на виробничі потреби підприємства 0,07 л/с, 0,15 м³/год, 0,47 м³/добу.

Для збору від санприладів побутових стічних вод та виробничих стоків бару і їх відведення до приймача передбачається будівництво мереж побутової каналізації. Приймачем виробничо-побутових стічних вод об'єкту служить існуюча міська мережа каналізації.

Мережі монтуються із пластмасових каналізаційних труб. Розхід стоків по об'єкту становить: 3,60 л/с, 3,14 м³/год, 7,57 м³/добу.

Для збору води від технологічного обладнання та від миття підлоги і відведення їх до приймача передбачається влаштування мережі виробничої каналізації. Приймачем виробничих стічних вод служать очисні споруди системи оборотного водопостачання мийки автомобілів.

Одночасно виробничі стоки служать для підживлення оборотної системи.

Мережі монтуються із пластмасових каналізаційних труб. Розхід стічних вод становить 0,03 л/с, 0,11 м³/год, 0,49 м³/добу.

Для технологічних потреб мийки автомобілів передбачається влаштування оборотної системи водопостачання.

Для очищення виробничих стічних вод та стоків від мийки автомобілів передбачається влаштування блочних очисних споруд заводського виконання SWOBK-3 продуктивністю 3 л/с, які складаються із сепаратора вуглеводнів з очисником шламу, коалесценційного вкладиша (виробництво IPR System, Франція). Очищені стоки подаються на агрегат доочищення стоків «Катюша» в

мийне відділенні. Продуктивність оборотної системи становить 0,15 л/с, 0,52 м³ / год, 4,16 м³ / добу.

Система монтується із пластмасових каналізаційних та напірних труб.

Для збору з території підприємства дощових і талих вод та їх відведення до приймача передбачається влаштування мереж дощової каналізації. Приймачем дощових стічних вод підприємства служить існуюча міська мережа каналізації.

Перша, найбільш забруднена частина дощового стоку, підлягає очищенню на локальних очисних спорудах.

Розхід стічних вод з території підприємства становить 42 л/с, в тому числі підлягає очищенню 5 л/с. Для очищення стоків передбачається влаштування блочних очисних споруд заводського виконання SWOBK-6 продуктивністю 6 л/с, які складаються із сепаратора вуглеводнів з очисником шламу, коалесценційного вкладиша (виробництво IPR System, Франція). Мережі монтуються із пластмасових каналізаційних труб.

Стальні труби, що прокладаються відкрито по конструкціях будинку, фарбуються олійною фарбою за 2 рази в розпізнавальні кольори, що прокладаються в землі – покриваються антикорозійною ізоляцією типу «надто посилена».

Пластмасові трубопроводи холодного водопостачання монтуються скрито в конструкціях стін і підлоги в захисній карбованій ізоляції «Пешель», гарячого водопостачання – в термоізоляції «ThermafleX».

Пластмасові трубопроводи зовнішніх мереж монтуються на піщаній подушці $h = 0,1$ м по попередньо профільованій природній основі із зворотною засипкою піском на 0,3 м вище верху труби.

Трубопроводи, що прокладаються під проїзною частиною, засипати піском до дорожнього корита з пошаровим ущільненням.

Колодязі на мережах водопостачання та каналізації монтуються із збірних з/б елементів та місцевих будматеріалів.

Для обліку спожитої води на вводах водопроводів в будинки передбачається влаштування водомірних вузлів.

В зв'язку з будівництвом закритих мереж каналізації, влаштуванням очисних споруд дощових стоків і стоків мийки автомобілів, та відведенням стічних вод в міські мережі забруднення ґрунту і водоймищ стічними водами не відбувається.

Осад, що вловлюється в процесі очищення стоків, відноситься до 4 класу небезпечності і в кількості 1650 кг / рік вивозиться в місця погоджені із СЕС. Вловлені нафтопродукти в кількості 30 кг / рік вивозяться для регенерації на нафтобазу.

В результаті влаштування оборотної системи водопостачання мийки автомобілів економія споживання свіжої води з міського водопроводу становить 1053 м³ / рік, що становить 27% від загального водоспоживання.

Всі електроустановки відповідають вимогам «Правил влаштування електроустановок», «Правил технічної експлуатації електроустановок споживачів», «Правил техніки безпеки при експлуатації електроустановок споживачів».

1.5.2. Опалення та вентиляція

Розрахункові параметри зовнішнього повітря прийняті для міста Львів і зведені у табл. 1.2 [12].

Середньорічний барометричний тиск 970 кПа .

Розрахункова швидкість вітру:

а) теплий період – 1 м/с ;

б) холодний період – 5,1 м/с .

Основне виробництвопо пожежній безпеці віднесено до категорії В.

Таблиця 1.2 – Розрахункові параметри зовнішнього повітря

Найменування	Розрахункова величина в період року	
	теплий	холодний
<i>Опалення</i>		
Температура, °С	-	-19
Середня температура опалювального періоду, °С	-	-1.2
Термін опалювального періоду, діб	-	191
Число градус-діб	-	3476
<i>Вентиляція</i>		
Температура, °С	+22,1	-19
Тепловміст, кдж/кг	53,2	-17,6

Джерелом тепла є власна котельня, в якій встановлені газові котли. Котельня знаходиться на відм. 6,600. Теплоносій – вода з параметрами 70 – 90°C. Дані про систему опалення зведені у табл. 1.3.

Таблиця 1.3 – Характеристика системи опалення

№ п/п	Найменування показників	Характеристика показника
1	2	3
1	Тип системи опалення, температура теплоносія	Система опалення дільниці технічного обслуговування повітряна, суміщена з системою припливної вентиляції. Система опалення виробничих приміщень водяна, двохтрубна, з верхньою розводкою. Система опалення офісних і адміністративно-побутових приміщень – водяна, поповерхова, двохтрубна, з нижньою розводкою. Розрахункові внутрішні температури прийняті в відповідності з призначенням приміщень, і становлять 16–18°C, в приміщеннях душових і роздягалок – 23–25°C. Температура теплоносія 70 – 90°C.
2	Режим роботи системи опалення	Постійно діюча впродовж опалювального періоду. Система опалення забезпечує рівномірне нагрівання повітря у приміщеннях і дає можливість місцевого регулювання тепловіддачі нагрівальних приладів.

1	2	3
3	Трубопроводи системи опалення	Стальні електрозварні прямошовні труби по ГОСТ 10704-91* і водогазопровідні легкі для системи опалення виробничих приміщень і систем теплопостачання припливних установок П1-П10; АОВ1-АОВ6; У1-У3. Пластикові системи для системи опалення адміністративних і побутових приміщень і для системи опалення автосалону.
4	Місця прокладки основних трубопроводів системи опалення	Подаюча магістраль прокладається під вікнами, зворотна над підлогою – для системи опалення виробничих приміщень. Подаюча і зворотна магістралі прокладаються по підлозі, в захисних кабельних каналах, або в підготовці підлоги в гофрованій трубі в адміністративних і побутових приміщеннях; в підпільних каналах в приміщенні автосалону.
5	Нагрівальні прилади: тип, марка	Опалювальні прилади – радіатори марки Кермі – в офісних і адміністративно-побутових приміщеннях, на яких передбачається встановлення терморегулюючих клапанів та термоголовок. В виробничих приміщеннях, що відносяться до категорій В нагрівальні прилади з умовно гладкою поверхнею нагріву – радіатори чавунні МС-140-108.
6	Місце встановлення нагрівальних приладів	Під вікнами
7	Місце встановлення повітряних завіс	Передбачається встановлення повітряних завіс з водяним підігрівом фірми 2VV Чехія. На центральному вході в автосалон, на відм. 0,000 і над воротами мийного відділення на відм. –0,300, щоб запобігти випадінню конденсату в зоні воріт.
8	Видалення повітря та спуск води	Видалення повітря здійснюється у вищих точках труб через автоматичні розповітрявачі. В системі опалення з нижньою розводкою – через автоматичні обезповітрявачі нагрівальних приладів. Спуск води з віток систем передбачено через спускную арматуру, встановлену у нижчих точках систем.
9	Теплова ізоляція	Трубопроводи системи опалення теплоізолюються ізоляцією «Термафлекс» товщиною 9 мм.

Дані про системи вентиляції зведені у табл. 1.4.

Таблиця 1.4 – Характеристика системи вентиляції

№ п/п	Найменування показника	Характеристика показника
1	2	3
1	Шкідливості, що виділяються в процесі виробництва	Тепловиділення від обладнання, людей, металевий та абразивний порошок, оксид вуглецю, вуглеводні, оксид азоту.
2	Прийняті системи вентиляції	Для забезпечення санітарно-гігієнічних умов повітряного середовища приміщень передбачена загальнообмінна припливно-витяжна вентиляція з механічним та природним спонуканнями.
3	Визначаючий фактор для розрахунку повітрообміну	Для виробничих відділень визначення повітрообміну проведено по шкідливостям і тепло надлишкам. Для офісних і адміністративно-побутових приміщень по кратностях.
4	Рециркуляція повітря	Передбачається в приміщеннях без шкідливих виділень і запахів.
5	Схема подачі та видалення повітря з приміщень.	Зверху – вверху
6	Подача повітря	<p>Припливне повітря подається модульними установками фірми Wolf, в склад яких входить: клапан зовнішнього повітря, фільтр зовнішнього повітря класу EU4, водяний нагрівач повітря, вентилятор, шумогасник.</p> <p>В склад припливних установок входять секції фреонового охолодження повітря. В комплект поставки кожної установки входить комплект автоматики.</p> <p>В виробничі приміщення повітря подається в верхню зону для компенсації місцевої і загально обмінної витяжки. Повітря подається по металевим повітропроводам за допомогою щілинних регульованих решіток.</p> <p>В офісні і адміністративно-побутові приміщення подача повітря здійснюється в верхню зону, в відповідності з кратністю повітрообміну. Приміщення залу для засідань і кімнати відпочинку обслуговуються каналними кондиціонерами, що дає можливість використовувати систему періодично, по мірі необхідності, підтримуючі комфортні параметри як в зимовий, так і в літній періоди.</p>

1	2	3
7	Видалення повітря	<p>У виробничих відділеннях видалення повітря передбачено з верхньої зони витяжними системами з механічною тягою – загальнообмінна витяжна вентиляція, і з нижньої зони – місцевими відсмоктувачами. В приміщенні ТО і ПР витяжка здійснюється з верхньої і нижньої зон порівну.</p> <p>В офісних і адміністративно-побутових приміщеннях видалення повітря передбачено системами з природним та механічними спонуканнями через повітропроводи.</p> <p>Видалення повітря передбачено витяжними пристроями – решітками типу Р та каналними вентиляторами.</p>
8	Тип припливних установок та місце їх розташування	<p>Для припливу повітря використовуються модульні каналні установки Фірми Wolf Німеччина. Припливні установки розміщені в приміщеннях венткамер, за підшивними стелями (каналні установки), на покритті споруди (в зовнішньому виконанні) – установка П1; П2. Канальний кондиціонер, фірми LG – розташований в межах коридору, в об'ємі підшивної стелі.</p>
9	Тип витяжних установок та їх розташування	<p>Канальні осьові вентилятори фірми Ostberg (Швеція), дахові вентилятори фірми Universal Польща. Витяжні каналні вентилятори монтується на повітропроводах, в межах приміщення, що обслуговується, або на покритті споруди. Дахові вентилятори монтується на покритті на шахті з шумопоглинаючою основою.</p>
10	Матеріали повітропроводів	<p>Для систем вентиляції прийнято повітропроводи металеві круглого і прямокутного січення з тонколистової оцинкованої сталі, товщиною 1мм нормального класу щільності.</p>
11	Захист систем від корозії	<p>Повітропроводи проектується з оцинкованої сталі.</p>
12	Очистка припливного повітря	<p>Передбачається в фільтрах класу EU4, що входять в склад припливних установок.</p>
13	Забір припливного повітря	<p>На висоті 3,0 м від рівня землі і вище через повітрозабірні пристрої</p>
14	Викид витяжного повітря	<p>Вище покрівлі на 2,0 м</p>

1	2	3
15	Очистка витяжного повітря загальнообмінної вентиляції	Не передбачається
16	Очистка рециркуляційного повітря	У фільтрах припливних установок.
17	Прийняті швидкості повітря в припливних та витяжних повітропроводах	У витяжних повітропроводах – 4 – 8 м/с У припливних – 4 – 6 м/с
18	Швидкість руху повітря у робочій зоні	0,1 – 0,3 м/с
19	Монтаж систем вентиляції та опалення, обслуговування	Вести згідно вимог [12] та монтажно-експлуатаційних інструкцій підприємств-виробників. Обслуговування вентобладнання та повітропроводів здійснюється з переносних драбин які обладнані перилами.
20	Перетин стін, перекрить та покрить	У місцях перетину стін, перекрить і поверхонь трубопроводами та повітропроводами необхідно виконати ущільнення цих місць з негорючих матеріалів
21	Димовидалення	Згідно [12] для виробничих приміщень.

1.5.3. Протипожежні заходи

Передбачені такі протипожежні заходи:

- система опалення водяна;
- повітропроводи прийняті з негорючих матеріалів;
- повітря в приміщення подається через протипожежні універсальні клапани;
- все вентиляційне обладнання заземлене;
- вентиляційні системи обладнані ручним, дистанційним, автоматичним управлінням і відключаються при пожежі.

1.5.4. Заходи по зменшенню шуму

Для боротьби з аеродинамічним і механічним шумом систем вентиляції передбачені такі заходи:

- вентустановки до повітропроводів під'єднуються через гнучкі вставки;
- вентустановки імпорного виробництва які встановлюються у повітропроводі по шумових характеристиках не перевищують 50 – 60 дБ.
- системи обладнані шумогасниками.

1.5.5. Основні техніко-економічні показники

Таблиця 1.5 – Основні техніко-економічні показники

№ п/п	Найменування показників	Характеристика показника
1	Максимальний розрахунковий розхід тепла на опалення, кВт	114
2	Максимальний розрахунковий розхід тепла на вентиляцію, кВт	445
3	Загальна встановлена потужність, кВт	94,975

1.6. Розрахунок природного освітлення в приміщенні при боковому освітленні.

В приміщеннях громадського призначення, таких як виставковий зал автосалону та офісні кабінети, природне освітлення є одним із основних засобів для забезпечення відповідних комфортних умов праці. Відомо, що раціональне освітлення приміщень сприяє покращенню якості виконання робіт, самопочуття, підвищенню продуктивності праці [4].

Базуючись на відомих методах нормування та розрахунку природного освітлення в приміщеннях, визначимо раціональне розміщення та мінімально необхідні розміри віконних прорізів, які забезпечуватимуть потрібний світловий потік в офісних приміщеннях та виставковому залі автосалону.

Вихідні дані для розрахунку.

Район будівництва — м. Львів

Розміри кімнати:

довжина — 4,34 м;

ширина — 6,00 м;

висота — 3,00 м.

Умовна робоча поверхня розміщується на висоті $h = 0,8$ м від рівня чистої підлоги. Згідно нормативних документів нормоване значення коефіцієнта природного освітлення для виробничих приміщень при боковому освітленні становить $e_H^{III} = 2\%$. По умовах забруднення повітря офісні приміщення відносяться до приміщень із малою відсутньою забрудненістю пилом та іншими аерозолями.

Враховуючи геометричні параметри офісного приміщення, а також виходячи із світлотехнічних підрахунків, доцільно застосувати бокове освітлення – через вікна у зовнішніх стінах.

Попередньо виходячи із умов уніфікації, конструктивних та світлотехнічних міркувань, використовуємо віконні прорізи розмірами в вертикальній площині $b \times h = 4000 \times 1600$ мм.

Розмічаємо на умовній робочій поверхні п'ять точок. Визначаємо кількість променів по графіках I, II Данилюка (рис. 1.1, 1.2) та заносимо в табл. 1.6.

Визначаємо загальні коефіцієнти світлопропускання віконного прорізу, враховуючи при цьому вихідні дані:

$$\tau_0 = \tau_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \tau_4 \cdot \tau_5 = 0,9 \cdot 0,75 \cdot 0,9 \cdot 0,8 \cdot 0,9 = 0,43 \quad (1.1)$$

де $\tau_1 = 0,9$ – коефіцієнт пропускання світла матеріалом.

$\tau_2 = 0,75$ – коефіцієнт, який враховує втрати світла у віконних рамах.

$\tau_3 = 0,9$ – при боковому освітленні.

$\tau_4 = 0,8$ – коефіцієнт, який враховує втрати світла в сонцезахисних пристроях.

$\tau_5 = 0,9$ – при боковому освітленні.

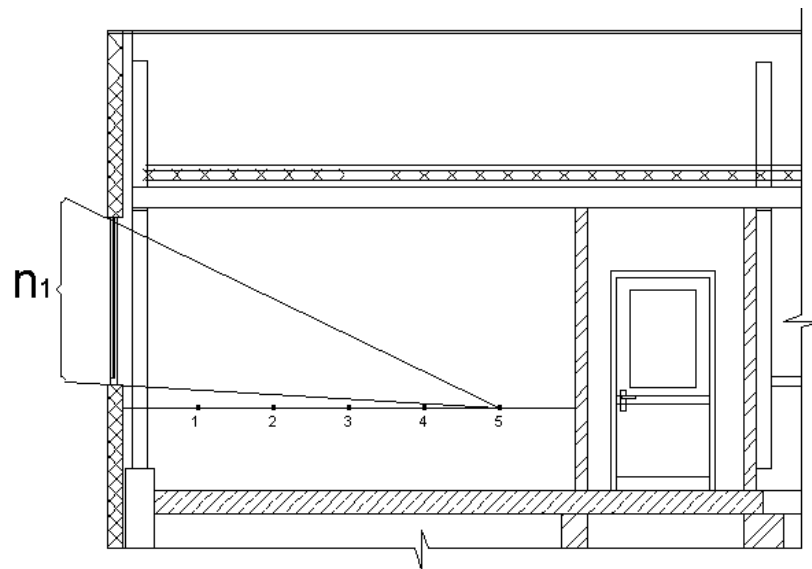


Рисунок 1.1 – Розрахунок освітлення за графіком I

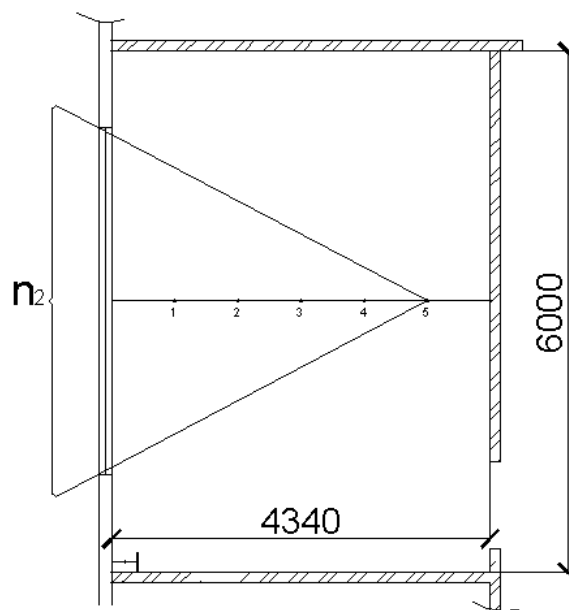


Рисунок 1.2 – Розрахунок освітлення за графіком II

Визначаємо середньозважений коефіцієнт відбивання внутрішніх поверхонь:

$$\rho_{сер} = \frac{\rho_1 \times S_{стелі} + \rho_2 \times S_{стін} + \rho_3 \times S_{підл.}}{S_{стелі} + S_{стін} + S_{підл.}} = \frac{0,75 \times 51,4 + 0,5 \times 65 + 0,25 \times 51,4}{51,4 + 65 + 51,4} = 0,5(1.2)$$

де $S_{стелі} = S_{підл.} = 26,04 \text{ м}^2$

$$S_{стіу} = 65 \text{ м}^2$$

$$\rho_1 = 0,75; \quad \rho_2 = 0,5; \quad \rho_3 = 0,25.$$

При боковому освітленні КПО визначається за формулою:

$$e_p^B = (\varepsilon_B q + \varepsilon_{БД} R) r_1 \frac{\tau_0}{K} \quad (1.3)$$

де $\varepsilon_B = 0,01 n_1 n_2$ – геометричний коефіцієнт природного освітлення в розрахунковій точці при боковому освітленні, визначається за графіками I, II;

q – коефіцієнт, який враховує нерівномірну яскравість неба;

τ_0 – загальний коефіцієнт пропускання світла через вікна.

Дані розрахунку коефіцієнтів природного освітлення заносимо в табл. 1.6 та зображаємо на рис. 1.3.

Таблиця 1.6 – Розрахунок коефіцієнтів природного освітлення.

	Розрахункові	Розрахункові точки				
	величини	1	2	3	4	5
Бокове вікно	n_1 за граф. I	33	21	6	3	1
	№ півкола	4	8	14	24	40
	n_2 за граф. II	95	86	72	62	54
	θ^0	30	22	17	14	9
	q	0,86	0,75	0,67	0,64	0,57
	r_1	1,1	1,33	1,80	1,90	2,22
	τ_0	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43
	K_3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
	$\varepsilon_B 0.01(n_1 \cdot n_2)$	31,35	18,06	4,32	1,86	0,54
	e_p	9,81	5,96	1,72	0,75	0,23

Знаходимо середнє значення КПО:

$$e_{cp} = \frac{1}{5} (9.81 + 5.96 + 1.72 + 0.75 + 0.23) = 3.70\% \quad (1.4)$$

В результаті розрахунку середнє значення КПО $e_{cp} = 3.70\% > e_H = 2.0\%$

На основі цього можемо зробити висновок, що прийняті розміри віконних прорізів повністю задовольняють вимоги щодо природного освітлення.

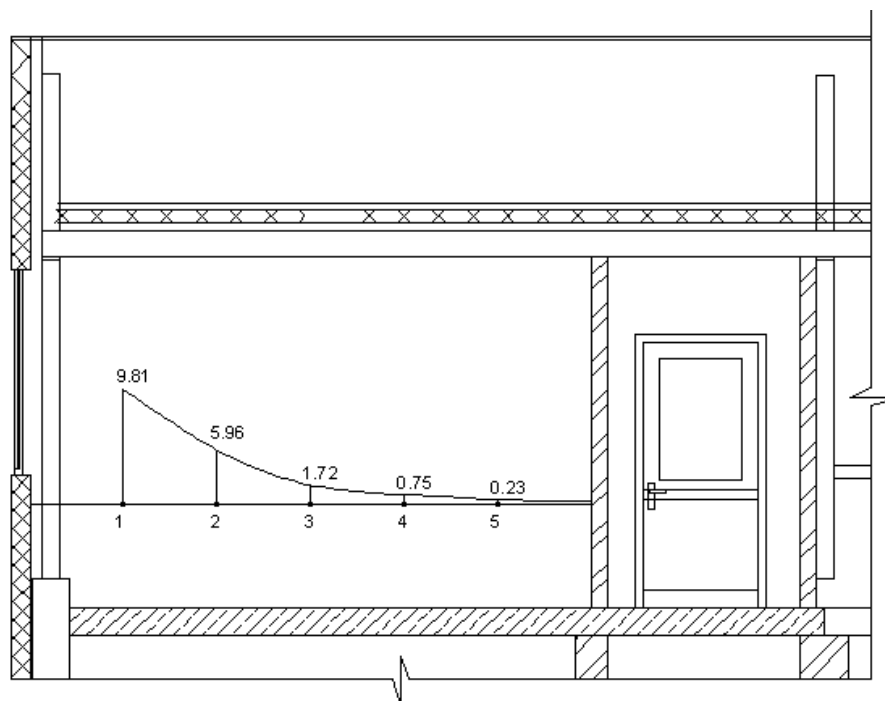


Рисунок 1.3 – Крива коефіцієнтів природного освітлення при боковому освітленні офісного приміщення громадської будівлі.

1.7. Техніко-економічні показники об'єкту

Основні показники:

Загальна площа відводу, га	0,5707;
Площа забудови, м ²	1 910;
Площа автопроїздів та тротуарів з твердим покриттям, м ²	3 262;
Площа використання території, м ²	5 172;
Площа озеленення, м ²	535;
Коефіцієнт (щільність) забудови, %	34;
Коефіцієнт використання території, %	91;
Коефіцієнт озеленення, %	9.

Розділ 2

РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА

2.1. Розрахунок та конструювання кроквяної ферми

Виконаємо конструювання кров'яної ферми СТО-частини автосалону. Прольот кроквяних ферм $L = 33,0$ м, крок 6,0 м. Ферми виконані із парних рівнополичних кутників з сталі С245 по типу рішень серії 1.460.2–10/98 в.1 з обпиранням по краях на колони зі зварних широкополичних двотаврів [13].

Покрівля СТО в осях 5 – 6 прийнята:

- цементно-піщана стяжка 40 мм;
- одношарова мембрана із синтетичного каучуку (EPDM) типу Renofol;
- мінераловатні плити типу ROCKWOOL (DACHROCK MAX);
- пароізоляційна плівка Юф Н;
- профільований настил.

Покрівля офісного блоку похила (схил 6%), суміщена, з внутрішнім водостоком. По периметру покрівлі запроектовано огорожу у вигляді парапету.

Навантаження на покрівлю приведені в табл. 2.1 [14].

Граничне розрахункове значення снігового навантаження на горизонтальну проекцію покриття (конструкції) обчислюється за формулою

$$S_m = \gamma_{fm} S_0 C \quad (2.1)$$

де S_0 – характеристичне значення снігового навантаження (в Па),

$$s_0 = 131 \frac{\text{кгс}}{\text{м}^2} \text{ – норм. маса снігового покриву для м. Львів (IV зона).}$$

Коефіцієнт C визначається за формулою

$$C = \mu C_e C_{alt} \quad (2.2)$$

де μ – коефіцієнт переходу від ваги снігового покриву на поверхні ґрунту до снігового навантаження на покрівлю;

C_e – коефіцієнт, що враховує режим експлуатації покрівлі;

C_{alt} – коефіцієнт географічної висоти.

$$C = \mu C_e C_{alt} = 1.0$$

Таблиця 2.1 – Збір навантажень на покрівлю адміністративно-побутової частини

Вид навантаження	Нормативне навантаження, кгс/м ²	Коефіцієнт надійності по навантаженню γ_f	Розрахункове навантаження, кгс/м ²
Постійне:			
-цементно-піщана стяжка 40 мм, $\rho=2000$ кг/м ³	80	1,3	104
-одношарова мембрана із синтетичного каучуку (EPDM) типу Renofol	3,1	1,2	3,7
-мінераловатні плити типу ROCKWOOL (DACHROCK MAX)	20	1,3	26
-пароізоляційна плівка Юф Н,100мм, $\rho=200$ кг/м ³	1,5	1,2	1,8
-профільований настил типу Н57-750-08	9,8	1,05	10,3
Тимчасове:			
-від опадів	50	1,3	65
-від електроприладів	50	1,2	60
Всього	214,4	-	270,8

Розрахункове снігове навантаження на 1 м² покриття:

$$S_m = \gamma_{fm} S_0 C = 1.04 \cdot 131 \cdot 1.0 = 136 \frac{\text{кгс}}{\text{м}^2}$$

Для конструкції, що проектується, характерний перепад висот покриття (рис. 2.1), для якого розраховуємо довжину зони підвищених сніговідкладень b :

$$L'_1 = L_1 = 12.0 \text{ м}$$

$$L'_2 = L_2 = 30.0 \text{ м}$$

$$h = 2.65 \text{ м} \quad m_1 = m_2 = 0.4 \text{ м}$$

$$\mu = 1 + \frac{1}{h} (m_1 L' + m_2 L_2') \quad (2.3)$$

$$\mu = 1 + \frac{1}{2.65} (0.4 \cdot 12.0 + 0.4 \cdot 30) = 7.34 > \mu = \frac{2h}{S_0} = \frac{2 \cdot 2.65}{1.31} = 4.05 > 4.0$$

$$\mu > \frac{2h}{S_0}, \quad \text{то} \quad b = \frac{\mu - 1 + 2m_2}{\frac{2h}{S_0} - 1 + 2m_2} \cdot 2h = \frac{7.34 - 1 + 2 \cdot 0.4}{4.05 - 1 + 2 \cdot 0.4} \cdot 2 \cdot 2.65 = 13.0 \text{ м} < 13.2 < 16$$

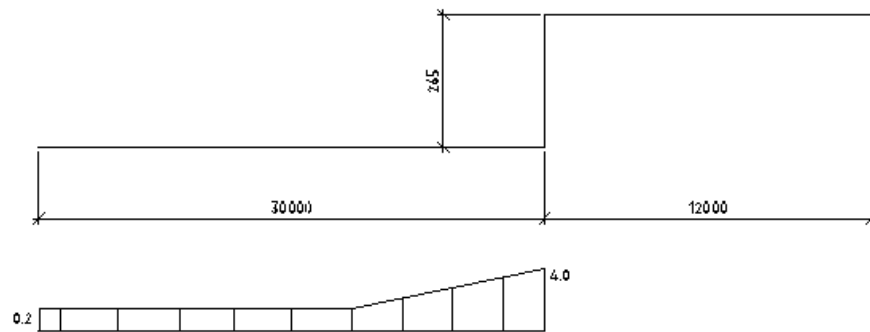


Рисунок 2.1 – Розрахункова схема снігового навантаження для конструкції, що проектується

Граничне розрахункове значення вітрового навантаження визначається за формулою

$$W_m = \gamma_{fm} W_0 C \quad (2.4)$$

де $\gamma_{fm} = 1.035$ – коефіцієнт надійності за граничним розрахунковим значенням вітрового навантаження,

$W_0 = 520 \text{ Па} = 52 \text{ кгс} / \text{м}^2$ – характеристичне значення вітрового тиску для м. Львів (IV зона).

Коефіцієнт C визначається за формулою

$$C = C_{aer} C_h C_{alt} C_{rel} C_{dir} C_d \quad (2.5)$$

де C_{aer} – аеродинамічний коефіцієнт (рис. 2.2);

C_h – коефіцієнт висоти споруди;

C_{alt} – коефіцієнт географічної висоти;

C_{rel} – коефіцієнт рельєфу;

C_{dir} – коефіцієнт напрямку;

C_d – коефіцієнт динамічності.

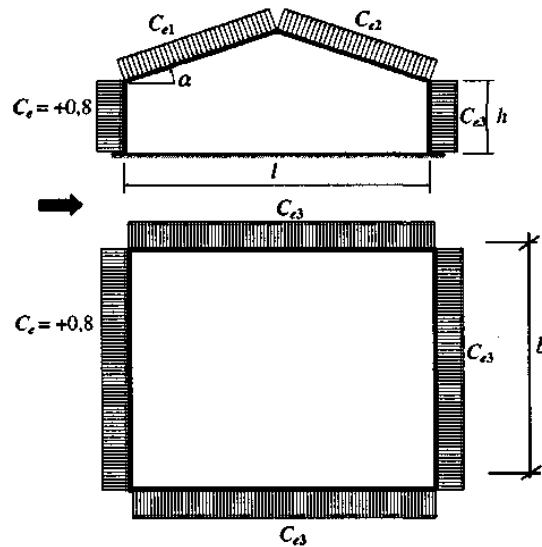


Рисунок 2.2 – Аеродинамічні коефіцієнти для будівлі з двосхилими покриттями

Для випадку плоского покриття ($\alpha = 3^\circ$):

$$C_{aer} = C_e = 0,8 \cdot C_{e1} = -0,3 \quad (h/l = 7,1/33 = 0,215 < 0,5)$$

$$C_{e2} = -0,4$$

$$C_{e3} = -0,4 \quad (b/l = 1,0)$$

$$C_h = 0,4$$

$$C_{alt} = 1,0$$

$$C_{rel} = 1,0$$

$$C_{dir} = 1,0$$

$$C_d = 0,95$$

$$C_n = 0,8 \cdot 0,4 \cdot 0,95 = 0,304$$

$$C_s = -0,4 \cdot 0,4 \cdot 0,95 = -0,152 \quad \text{— на покриття}$$

$$C_1 = -0.3 \cdot 0.4 \cdot 0.95 = -0.114$$

$$C_2 = -0.4 \cdot 0.4 \cdot 0.95 = -0.152$$

$$W_H = 1.035 \cdot 52 \cdot 0.304 = 16.4 \text{ кгс/м}^2 \quad W_E = 1.035 \cdot 52 \cdot 0.152 = 8.16 \text{ кгс/м}^2$$

Розрахунок прогонів покриття

Несучими елементами покриття являється профільований настил по прогонах покриття довжиною $l = 6,0$ м із гарячекатаних швелерів [15]. В осях 5 – 6 (рис. 2.3):

$$I) \quad g = 145.8 \cdot \frac{4.5 + 3.0}{2} = 547 = 0.55 \text{ тс/м} \quad g = 145.8 \cdot 1.5 = 218.7 = 0.22 \text{ тс/м}$$

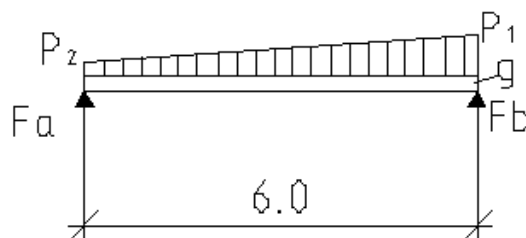


Рисунок 2.3 – Розрахункова схема прогону покриття

$$P_1 = 4.0 \cdot 136 \cdot \frac{7.5}{2} = 2040 = 2.04 \text{ тс/м}$$

$$P_1 = 0.82 \text{ тс/м}$$

$$P_2 = \left(\frac{7.0 \cdot 3.8}{13.0} + 0.2 \right) \cdot 136 \cdot \frac{7.5}{2} = 1146 = 1.15 \text{ тс/м}$$

$$P_2 = 0.46 \text{ тс/м}$$

$$F_a = 6.03 \text{ тс/м} \quad F_b = 6.92 \text{ тс/м} \quad \text{по розрахунку: швелер 30У}$$

$$F_a = 2.47 \text{ тс/м} \quad F_b = 3.0 \text{ тс/м} \quad \text{по розрахунку: швелер 24У}$$

$$II) \quad g = 145.8 \cdot 3.0 = 437.4 = 0.44 \text{ тс/м}$$

$$P_1 = 4.0 \cdot 136 \cdot 3.0 = 1632 = 1.63 \text{ тс/м}$$

$$P_2 = \left(\frac{7.0 \cdot 3.8}{13.0} + 0.2 \right) \cdot 136 \cdot 3.0 = 916 = 0.92 \text{ тс/м}$$

$$F_a^n = 1.39 \text{ тс/м} \quad F_b^{ch} = 3.45 \text{ тс/м}$$

$$F_b^n = 1.39 \text{ тс/м} \quad F_b^{ch} = 4.15 \text{ тс/м} \quad \text{по розрахунку: швелер 30У}$$

Отримаємо наступні значення зосередженого навантаження у вузлах кроквяної ферми від прогонів та покриття СТО:

$$P_1^n = 1.05 \text{ тс} \quad P_2^n = 0.66 \text{ тс} \quad P_3^n = 2.06 \text{ тс} \quad P_4^n = 1.0 \text{ тс} \quad P_5^n = 0.15 \text{ тс}$$

$$P_6^n = P_7^n = P_8^n = 0.3 \text{ тс}$$

$$P_1^{m.n} = 0.45 \text{ тс} \quad P_2^{m.n} = 0.29 \text{ тс} \quad P_3^{m.n} = 0.59 \text{ тс} \quad P_4^{m.n} = 0.44 \text{ тс}$$

$$P_5^{m.el} = 1.08 \text{ тс} \quad P_6^{m.el} = 2.16 \text{ тс} \quad P_7^{m.el} = 1.89 \text{ тс} \quad P_8^{m.el} = 1.62 \text{ тс}$$

$$P_1^{ch} = 1.85 \text{ тс} \quad P_2^{ch} = 1.81 \text{ тс} \quad P_3^{ch} = 3.04 \text{ тс} \quad P_4^{ch} = 0.92 \text{ тс}$$

Повний розрахунок ферми на дані навантаження та автоматизований підбір перерізів металевих елементів виконуємо за допомогою системи автоматизованого проектування SCAD. Результати розрахунку приведені в додатку А. Схема кроквяної ферми з підібраними перерізами елементів приведена на рис. 2.4.

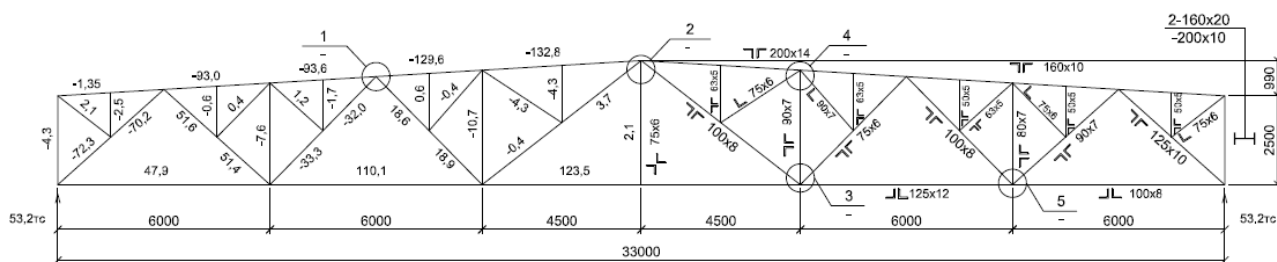


Рисунок 2.4 – Схема кроквяної ферми ФК2

2.2. Розрахунок косоурів

Розрахунок і конструювання сходового марша з металевими косоурами шириною 1,40 м для сходів автоцентру. Висота підйому 0,9 м. Кут нахилу марша $\alpha = 21^\circ$, сходинки бетонні розміром 15×35 см, бетон класу В15.

Косоури розраховуються на міцність і жорсткість, як однопролітні балки [15]. Враховуючи, що сходи піддаються дії динамічного навантаження, до них пред'являються підвищені вимоги відносно жорсткості.

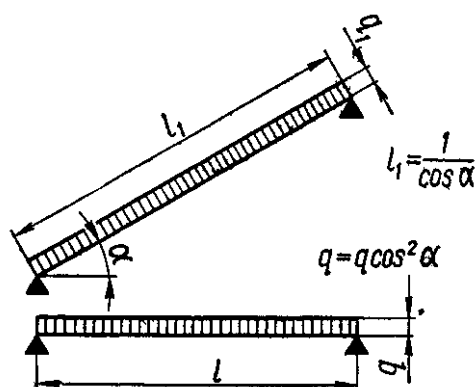


Рисунок 2.5 – Розрахункова схема косоура

Косоури розраховуються на міцність по розрахунковому навантаженню q (рис. 2.5), на жорсткість – по нормативному навантаженню q^n . Для металевих косоурів найбільший момент опору одного косоура із умови міцності (при ширині марша a) визначають по формулі:

$$W = (g \cdot a \cdot l^2) / (8 \cdot m \cdot R \cdot 2) \quad (2.6)$$

Необхідний момент інерції косоура із умови жорсткості визначається за формулою:

$$I = c / \cos \alpha \cdot g^n \cdot a \cdot l^3 \quad (2.7)$$

де q – розрахункове навантаження на 1 м^2 горизонтальної проекції маршу в кг;

a – ширина марша в м;

l – горизонтальна проекція косоура в м;

m – коефіцієнт умов роботи косоура;

R – розрахунковий опір сталі;

g^n – нормативне навантаження на 1 м^2 горизонтальної проекції маршу в т;

α – кут нахилу косоура до горизонту;

c – коефіцієнт, залежний від прогину f .

По знайденим величинам W та I приймають відповідний прокат балки.

$$W = 5 \cdot a \cdot g^H \cdot l^4 / 384 \cdot 2 \cdot EI \quad (2.8)$$

Виконаємо збір навантажень на один косоур на 1 м.п. (табл. 2.2) [14]. Ширина площадки 1,4 м, тому домножуємо на $1,4 / 2 = 0,7$.

Таблиця 2.2 – Збір навантаження на косоур

Вид навантаження	Нормативне навантаження, кгс/м	Коефіцієнт надійності по навантаженню γ_f	Розрахункове навантаження, кгс/м
Постійне: -монолітна плита 100 мм, $\rho=2500 \text{ кг/м}^3$	175	1.1	192.5
-сходинок 86.4x6/(2.28x1.4)	113.1	1.1	124.4
Всього	288,1	-	316,9

Корисне навантаження $g^H = 300 \text{ кг/м}^2$

$$g^k = g^H \gamma_f = 300 \cdot 1,3 = 360 \text{ кг/м}^2$$

$$g^k = 360 \cdot 1,4 / 2 = 252 \text{ кг/м}.$$

Приймаємо середнє рівномірно-розподілене навантаження на балку

$$g^n = (192,5 + 113,1) / 2 = 152,8 \text{ кг/м}$$

$$g = g^n + g^k = 152,8 + 252 = 404,8 \text{ кг/м}$$

Розрахунок проводимо за допомогою SCAD Office Кристал 4.1.11, результати приведено в додатку Б. По результатах розрахунку для косоурів приймаємо швелер 18У.

2.3. Розрахунок бази колони

Виконаємо розрахунок та проектування бази колони (рис. 2.6), що призначена для передачі нормальної вертикальної сили N на залізобетонний фундамент. В даному проєкті використаємо базу з траверсами [13].

Матеріал колони і бази – сталь 18кп з розрахунковим опором $R_y = 220$ МПа (лист $t = 4...20$ мм) і $R_y = 245$ МПа (лист $t = 21...40$ мм). Для фундаменту приймемо бетон класу В12,5 з $R_b = 7,5$ МПа. Навантаження на колону визначено в результаті розрахунку в п. 2.1: $N = 52,8$ тс, $M = 30,12$ тс·м.

Площа опорної плити бази визначається за умовою міцності бетону фундаменту на стиск.

$$A \geq \frac{N}{R_b \gamma} \quad (2.9)$$

де γ – коефіцієнт, що враховує підвищення тримкої здатності бетону за рахунок того, що площа фундаменту в плані звичайно приймається більше площі плити. В проєкті приймемо $\gamma = 1,2$.

Тоді

$$A \geq \frac{528 \cdot 10^3}{7,5 \cdot 10^6 \cdot 1,2} = 587 \text{ см}^2$$

Ширина плити B приймається конструктивно, беручи до уваги міркування, що плита має виступати поза габарити колони на $c = 60...100$ мм. Попередньо товщину траверс приймають з діапазону $t_s = 10...16$ мм. В проєкті візьмемо $t_s = 12$ мм, $c = 68$ мм.

$$B = b_f + 2(c + t_s) = 300 + 20 + 80 = 580 \text{ мм.}$$

$$A_{nl} = B \cdot L = 40 \cdot 60 = 2400 \text{ см}^2 > 587 \text{ см}^2$$

$$W_{nl} = \frac{B \cdot L^2}{6} = \frac{40 \cdot 60^2}{6} = 24000 \text{ см}^3$$

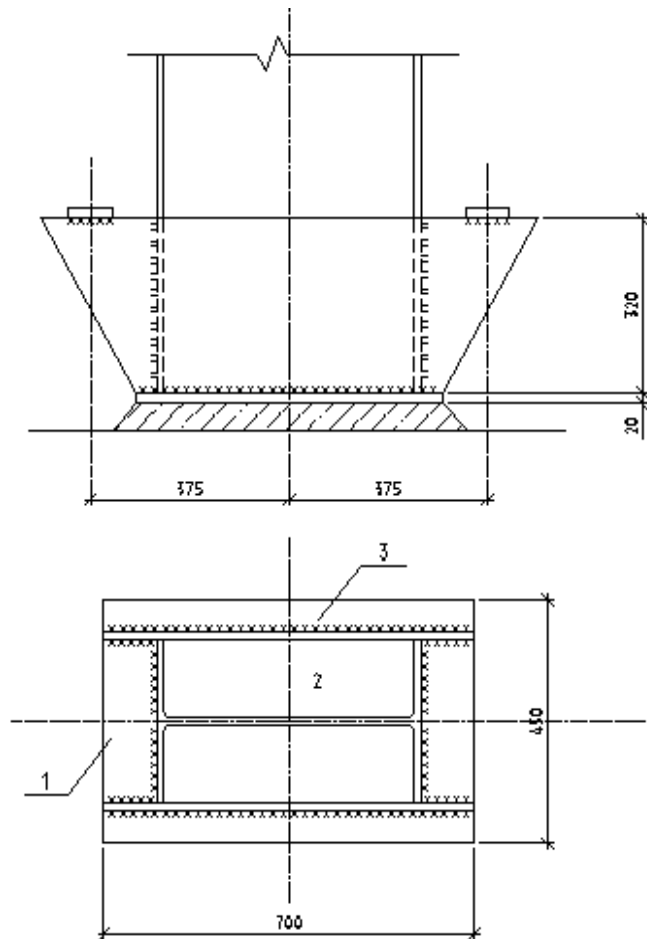


Рисунок 2.6 – База колони

В такому випадку довжина плити складе

$$L \geq \frac{A}{B} = \frac{2400}{40} = 60 \text{ см}$$

Прийmemo $L = 110$ см та обчислимо дійсне значення напруження під плитою бази колони

$$\sigma_b = \frac{N}{A_{\text{пл}}} + \frac{M}{W_{\text{пл}}} = \frac{52800}{2400} + \frac{3012000}{24000} = 147,5 \text{ кгс/см}^2 > 105$$

Якщо збільшити розмір плити до $B_{\text{пл}} = 420 \text{ мм}$, $L_{\text{пл}} = 660 \text{ мм}$

$$A_{\text{пл}} = B \times L = 42 \times 66 = 2772 \text{ см}^2 \quad W_{\text{пл}} = \frac{B \times L^2}{6} = \frac{42 \times 66^2}{6} = 30492 \text{ см}^3$$

$$\sigma_b = \frac{52800}{2772} + \frac{3012000}{30492} = 117,8 \text{ кгс/см}^2 > 105$$

Умова не виконується, тому збільшимо розміри плити до $B_{пл} = 450\text{мм}$,
 $L_{пл} = 700\text{мм}$

$$A_{пл} = B \times L = 45 \times 70 = 3150\text{см}^2 \quad W_{пл} = \frac{B \times L^2}{6} = \frac{45 \times 70^2}{6} = 36750\text{см}^3$$

$$\sigma_b = \frac{52800}{3150} + \frac{3012000}{36750} = 98,7\text{кгс}/\text{см}^2 < 105$$

Для визначення товщини плити t скористаємося умовою міцності на згин. Пливу при цьому будемо розглядати як пластину, що навантажена знизу рівномірно розподіленим тиском $\sigma = 0,9\text{кН}/\text{см}^2$ від фундаменту. Дана пластина опирається на жорсткий контур, утворений перерізом колони (полички та стінку двотавра), та на додаткові траверси. Розділимо її на окремі ділянки, для яких виконаємо незалежний розрахунок, – дві ділянки типу 1, які опираються на три сторони; дві ділянки типу 2, які опираються на всі чотири сторони; і дві ділянки типу 3, котрі закріплені тільки з одного боку.

Максимальні згинальні моменти для одиначної смуги шириною в одну одиницю (1 м або 1 см) для пластин, що оперті на три чи чотири сторони, найпростіше визначити за формулами та таблицями з [9].

В нашому випадку для ділянки 1 відношення $b/a = 10,5/30 = 0,35$,
 $\beta = 0,3305$.

$$a = 30\text{ см}, b = 10,5\text{ см}$$

$$\text{Згинальний момент } M_1 = \beta \cdot \sigma \cdot a^2 = 0,3305 \cdot 98,7 \cdot 10,5^2 = 3996\text{ кгс} \cdot \text{см}$$

Для ділянки 2, яка оперта на чотири сторони, відношення сторін пластинки $b/a = 45,5/14,5 = 3,14 > 2$ $a = 14,5\text{ см}$, $b = 45,5\text{ см}$.

$$M_2 = \alpha_2 \cdot \sigma \cdot a^2 = 0,125 \cdot 98,7 \cdot 0,5 \cdot 14,5^2 = 1297\text{ кгс} \cdot \text{см}$$

Для ділянки 3 визначаємо згинальний момент як для консольної балки з довжиною c

$$M_3 = \frac{\sigma \cdot c^2}{2} = \frac{98,7 \cdot 6,5^2}{2} = 2085\text{ кгс} \cdot \text{см}$$

За максимальним значенням моменту для виділених ділянок опорної плити $M_{\max} = M_1 = 3596$ кгс·см за умовою міцності на згин визначимо мінімально необхідну товщину плити:

$$t = \sqrt{\frac{6M_1}{R_y}} = \sqrt{\frac{6 \cdot 3596}{2450}} = 2,97 \text{ см, приймаємо } t = 3,0 \text{ см.}$$

2.3.1. Розрахунок анкерних болтів

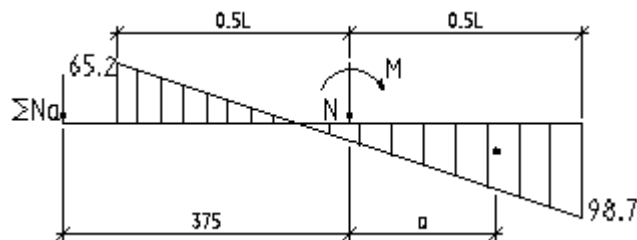


Рисунок 2.7 – Розрахункова схема анкерного болта

Згідно схеми на рис. 2.7:

$$\sigma_{\min}^b = \frac{M}{W_{\text{III}}} - \frac{N}{A_{\text{III}}} = \frac{3812000}{36750} - \frac{52800}{3150} = 65,2 \text{ кгс/см}^2$$

$$l = \frac{\sigma \cdot L_{\text{III}}}{\sigma \cdot \Delta L_{\text{III}}} = \frac{98,7 \cdot 70}{98,7 \cdot 65,2} = 42,15 \text{ см} \quad \frac{1}{3}l = \frac{42,15}{3} = 14,05 \text{ см}$$

$$a = 35 - 14,05 = 20,95 \text{ см} \quad y = 20,95 + 37,5 = 58,45 \text{ см}$$

$$\Sigma N_a = \frac{M - N \cdot a}{y} = \frac{3012000 - 52000 \cdot 20,95}{58,45} = 32606 \text{ кгс} = 32,6 \text{ тс}$$

$$A_a = \frac{32606}{1900} = \frac{32606}{1900} = 17,16 \text{ см}^2$$

Приймаємо 2 болти М42 з $A = 10,34 \cdot 2 = 20,68 \text{ см}^2 > 17,16 \text{ см}^2$.

2.3.2. Розрахунок анкерних пластин

$$P = \frac{32,6}{2} = 16,3 \text{ кгс}$$

$$F_a = F_1 = 16,3 \text{ кгс}$$

$$M_{\max} = 16,3 \times 0,065 = 1,06 \text{ кгс} \cdot \text{м}$$

$$W_{\text{номп}} = \frac{M}{R_y} = \frac{106000}{2350} = 45,1 \text{ см}^3 \quad b_p = 15 - 4,5 = 10,5 \text{ см}$$

$$\text{Товщина анкерної пластини (рис. 2.8)} \quad t = \sqrt{\frac{6 \cdot W_{\text{номп}}}{b_p}} = \sqrt{\frac{6 \cdot 45,1}{10,5}} = 5,08 \text{ см.}$$

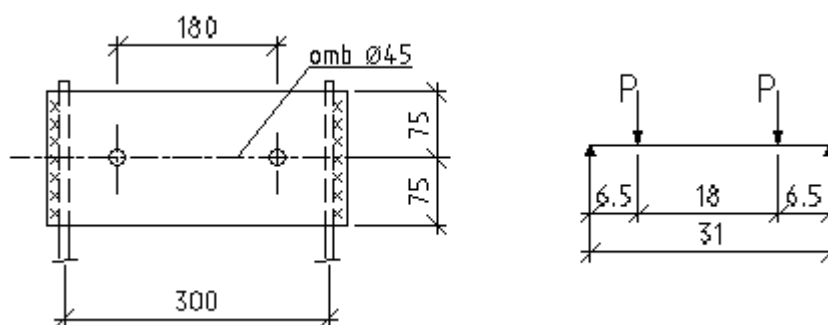


Рисунок 2.8 – Анкерна пластина

Для сталі С345 $R = 3050 \text{ кгс} / \text{см}^2$

$$W_{\text{номп}} = \frac{M}{R_y} = \frac{106000}{3050} = 34,8 \text{ см}^3 \quad t = \sqrt{\frac{6 \cdot W_{\text{номп}}}{b_p}} = \sqrt{\frac{6 \cdot 34,8}{10,5}} = 4,46 \text{ см}$$

Приймаємо $t = 45 \text{ мм}$.

Траверси: $h_{\text{мп}} = 250 \text{ мм}$ $b_{\text{мп}} = 10 \text{ мм}$

$$W_{\text{мп}} = \frac{l \times b^2}{6} = \frac{1 \cdot 25^2}{6} = 104,2 \text{ см}^3$$

$$M^b_{\text{мп}} = 10,5 \times 45 \times 98,7 \times \frac{10,5}{2} = 244838 = 2,45 \text{ тс} \cdot \text{м}$$

$$M^{a,b}_{\text{мп}} = 32,6 \times (37,5 - 24,5) = 4,24 \text{ тс} \cdot \text{м}$$

$$\sigma_{\text{мп}} = \frac{424000}{104,2 \cdot 2} = 2035 \text{ кгс} / \text{см}^2 < 2450$$

Зварні шви: $K_f = 12$ мм.

$$\sigma_u = \sqrt{\left(\frac{M}{W_u}\right)^2 + \left(\frac{N}{A_u}\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{424000 \cdot 0.5 \cdot 6}{0.7 \cdot 1.2 \cdot 24^2}\right)^2 + \left(\frac{32600 \cdot 0.5}{0.7 \cdot 1.2 \cdot 24^2}\right)^2} = 2750 \text{ кгс/см}^2 > 1850$$

Збільшимо розміри траверси $h_{mp} = 300$ мм і $b_{mp} = 12$ мм, $K_f = 12$ мм

$$\sigma_u = \sqrt{\left(\frac{424000 \cdot 0.5 \cdot 6}{0.7 \cdot 1.2 \cdot 29^2}\right)^2 + \left(\frac{32600 \cdot 0.5}{0.7 \cdot 1.2 \cdot 29^2}\right)^2} = 1821 \text{ кгс/см}^2 < 1850$$

Приймаємо $h_{mp} = 320$ мм і $b_{mp} = 12$ мм $h_u = 12$ мм.

Розділ 3

НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

3.1. Постановка задач дослідження

Запроектована будівля автосалону використовує значну кількість металевих конструкцій. Їх загальна вага може бути доволі значною, що відбивається на собівартості спорудження даної будівлі.

З метою зниження вартості та матеріаломісткості будівельних конструкцій доцільно оптимізувати їх перерізи та схеми окремих елементів, в першу чергу кроквяних ферм. Навіть незначне зниження загальної ваги конструкції дасть відчутний позитивний ефект.

Сучасні програмні комплекси для моделювання методом скінченних елементів дозволяють виконувати оптимізацію перерізів металевих конструкцій автоматично, підбираючи найменші перерізи, що задовольняють вимогам нормативних документів по міцності, деформівності та місцевій стійкості. Проте такий підхід бере до уваги тільки один з параметрів конструкції та в більшості випадків дає дуже незначне зменшення маси.

Більш складним завданням є оптимізація схем конструктивних елементів, оскільки тут можна виділити багато різних напрямків. В роботі [16] було виділено основні конструктивні параметри металевих ферм, значення яких можна змінювати для оптимізації їх конструкції. Повний перебір всіх можливих значень для всіх параметрів є надзвичайно затратним процесом, тому на практиці застосовується вкрай рідко. Навіть сучасні програмні рішення не дозволяють швидко виконувати автоматичну оптимізацію конструкції з великою кількістю параметрів. Виділивши кілька основних параметрів, які мають найбільший вплив на критерій оптимізації, та провівши розрахунок для різних значень цих параметрів в певному діапазоні, можна значно скоротити розмірність задачі. Її розв'язок дозволить знайти локальний мінімум функції оптимізації.

В даній роботі пропонується провести параметричну оптимізацію кроквяної ферми покриття автосалону. Оскільки конструкція ферми характеризується значною кількістю параметрів, що ускладнює їх одночасний підбір, в дані роботі обмежувалися тільки розглядом одного з основних параметрів – розміру панелей ферми.

За основу прийнято кроквяну ферму з парних кутників по серії 1.460.2–10/98 в.1, зображену на рис. 3.1. Типові серійні ферми добре підходять для широкого кола конструкції забезпечуючи їх достатню міцність. Проте така універсальність не враховує особливостей навантаження та роботи конкретної будівлі і досить часто призводить до застосування перевірених, але не оптимальних рішень.

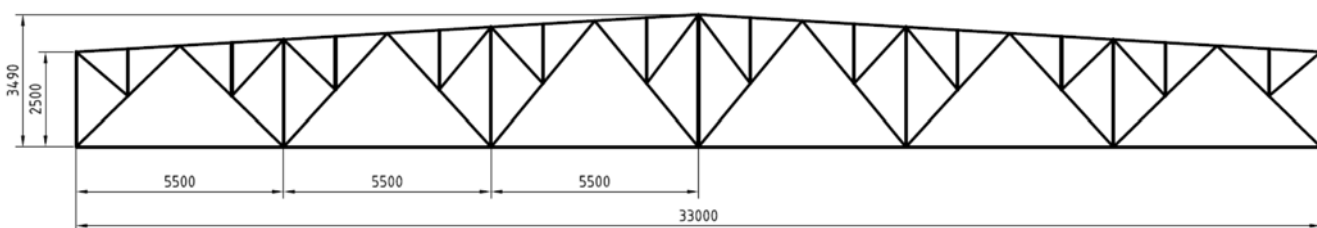


Рисунок 3.1 – Схема базової ферми за серією 1.460.2–10/98 в.1.

3.2. Методика досліджень

Розв'язок задачі оптимізації конструкції кроквяної ферми автосалону виконували в два етапи. На першому етапі розглядали базову конструкцію ферми за серією 1.460.2–10/98 в.1, створювали та розраховували її скінчено елементну модель. Після аналізу результатів розрахунку базової ферми визначали подальші напрямки для оптимізації її конструкції. Критерієм оптимізації виступала мінімальна маса конструкції, обчислена після автоматичного підбору перерізів елементів.

На другому етапі генерували всі можливі варіанти конструктивних схем зі зміненими параметрами. Границі, в межах яких змінювалися обрані параметри,

вибирали емпірично, виходячи з досвіду та рекомендацій до проектування металевих конструкцій [17].

Так, для довжини панелі значення вибиралися з діапазону від 4 м до 7 м з кроком 0,5 м для забезпечення модульності розмірів елементів та коректного розміщення прогонів покриття. Для панелей довжиною менше 5 м додатково розглядали конструкцію з одним розкосом.

Всього було створено та проаналізовано 36 варіантів конструктивних схем. Приклади окремих схем наведено на рис. 3.2.

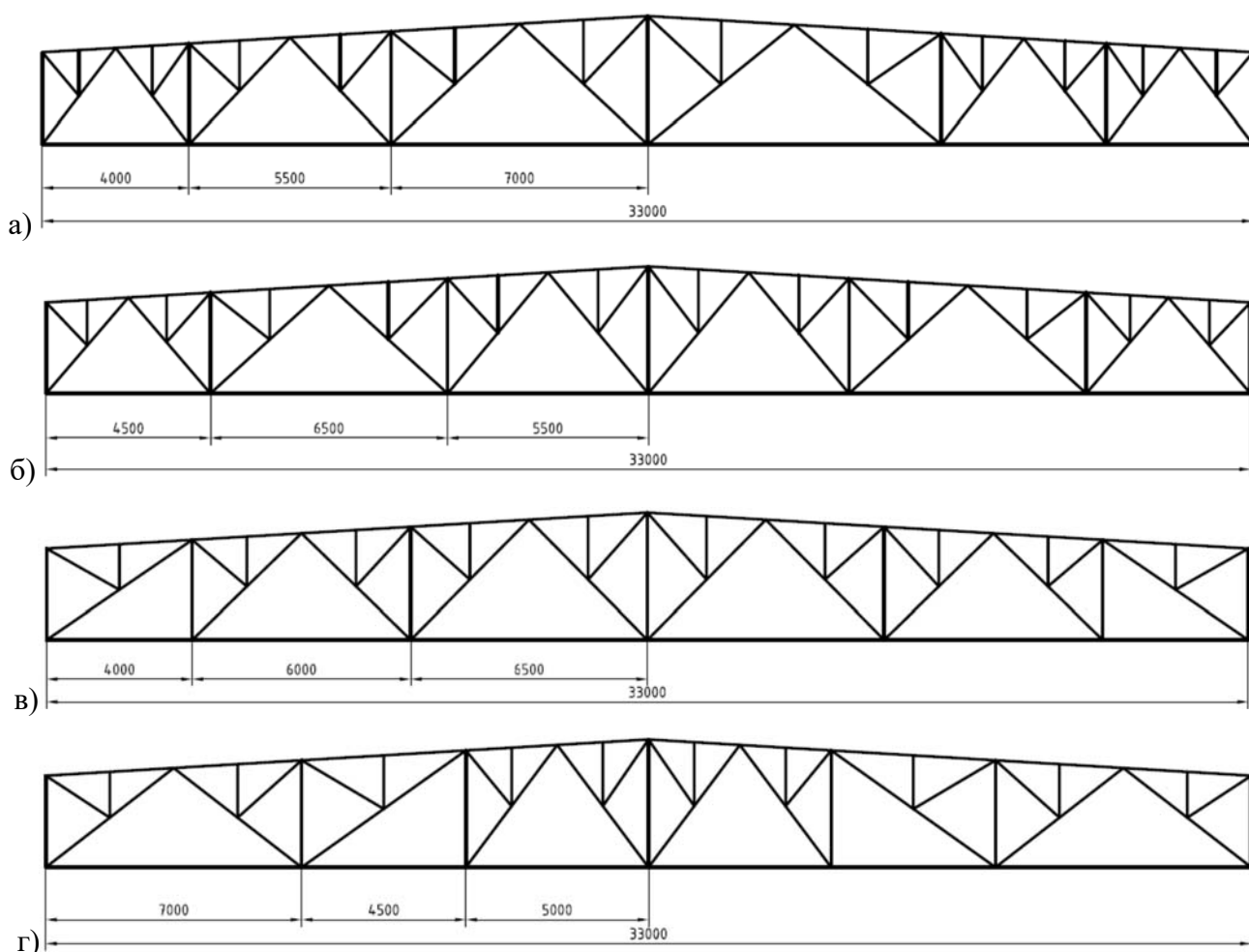


Рисунок 3.2 – Варіанти згенерованих схем з різними довжинами панелей

Для кожного варіанту схеми створювали скінчено елементну модель, яку розраховували за допомогою програмного комплексу ЛІРА-САПР. В моделі

враховували навантаження, зібрані в розділі 2.1, та їх розрахункові сполучення. Для розрахунку скористалися лінійно-пружною моделлю поведінки матеріалу.

В процесі розрахунку виконувався автоматичний підбір оптимальних перерізів елементів схеми. Уніфікація перерізів при цьому не застосовувалася. Модель перевіряли на граничні умови по міцності, деформівності та місцевій стійкості згідно вимог [15]. Якщо перевірки за граничними станами виконувалися, для схеми розраховувалося значення критерію оптимізації.

Для скорочення затрат часу на виконання розрахунку значної кількості моделей скористалися функцією ЛПРА-САПР «Розрахунок пакета задач».

Після проведення серії розрахунків визначалася схема з мінімальним значенням критерію оптимізації (загальною масою конструкції), яка і вважається найкращою конструкцією в даному випадку.

Маса конструкції з підібраними перерізами визначалася автоматично за допомогою функції «Підсумувати навантаження» пост-процесору ЛПРА-САПР для завантаження від власної ваги елементів ферми.

3.3. Результати досліджень

Результати для всіх тридцяти шести розрахованих варіантів конструкції узагальнено на графіку відносної маси M / M_b , який приведено на рис. 3.3. За 100% прийнято масу базового варіанту ферми M_b на основі серії 1.460.2 – 10 / 98 в.1 (див. рис. 3.1).

Як бачимо, значна частина згенерованих варіантів має загальну масу дуже близьку до вихідного варіанту схеми, проте в окремих варіантах спостерігаються значні відхилення в більшу чи меншу сторону.

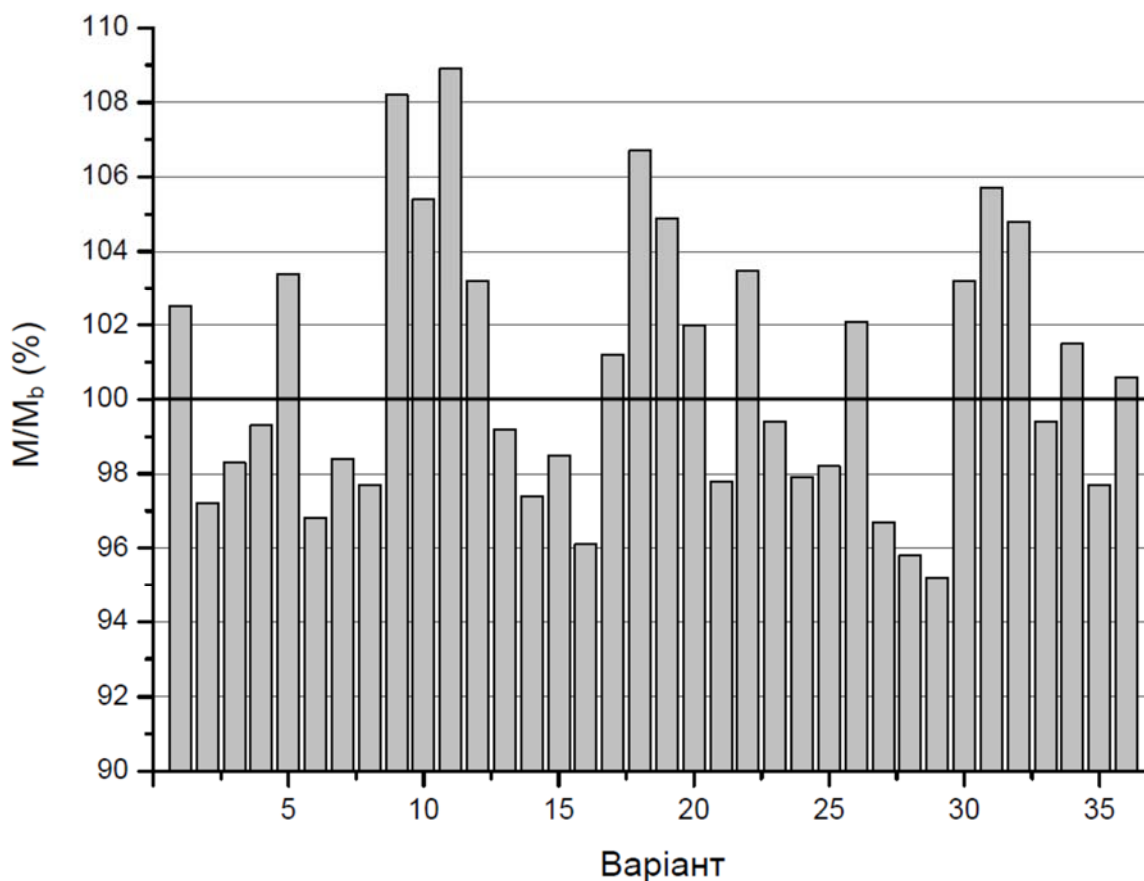


Рисунок 3.3 – Відносна вага згенерованих варіантів конструкції кроквяної ферми

Зростання загальної ваги конструкції, яке спостерігається в окремих варіантах та сягає 9%, пояснюється значним збільшенням поперечних перерізів в нижньому та верхньому поясах ферми у випадку наявності панелей з довжиною більшою за 6 м (рис. 3.2, а). В цьому випадку суттєво зростають напруження розтягу та стиску в елементах поясів, що вимагає використання більших перерізів та негативно впливає на цільову функцію оптимізації.

Варіанти схеми, які показують менші значення загальної ваги порівняно з базовим варіантом, характеризуються наявністю панелей з розміром менше 5 м, де застосовується видозмінена схема розкосів з одним діагональним елементом (рис. 3.2, г). Найбільше даний ефект проявляється в тих варіантах схем, де такий тип розкосів використовується в третій панелі ферми, що розташована найближче до її центру.

Найкращим варіантом виявилася схема №29 (рис. 3.4), в якій використано розміри панелей 6 м, 6 м, 4,5 м. Для неї цільова функція оптимізації має найменше значення (5111,6 кг), тобто загальна вага конструкції в даному випадку буде на 4,8% нижчою порівняно з базовим варіантом (5370 кг). Результати його перевірки на міцність, місцеву стійкість та деформівність за граничними станами згідно вимог [15] приведено на рис. 3.5.

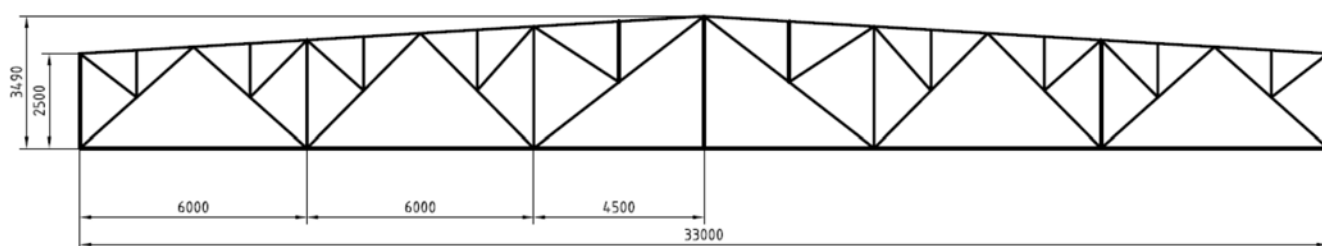


Рисунок 3.4 – Обраний варіант схеми кроквяної ферми за результатами оптимізації розмірів панелей

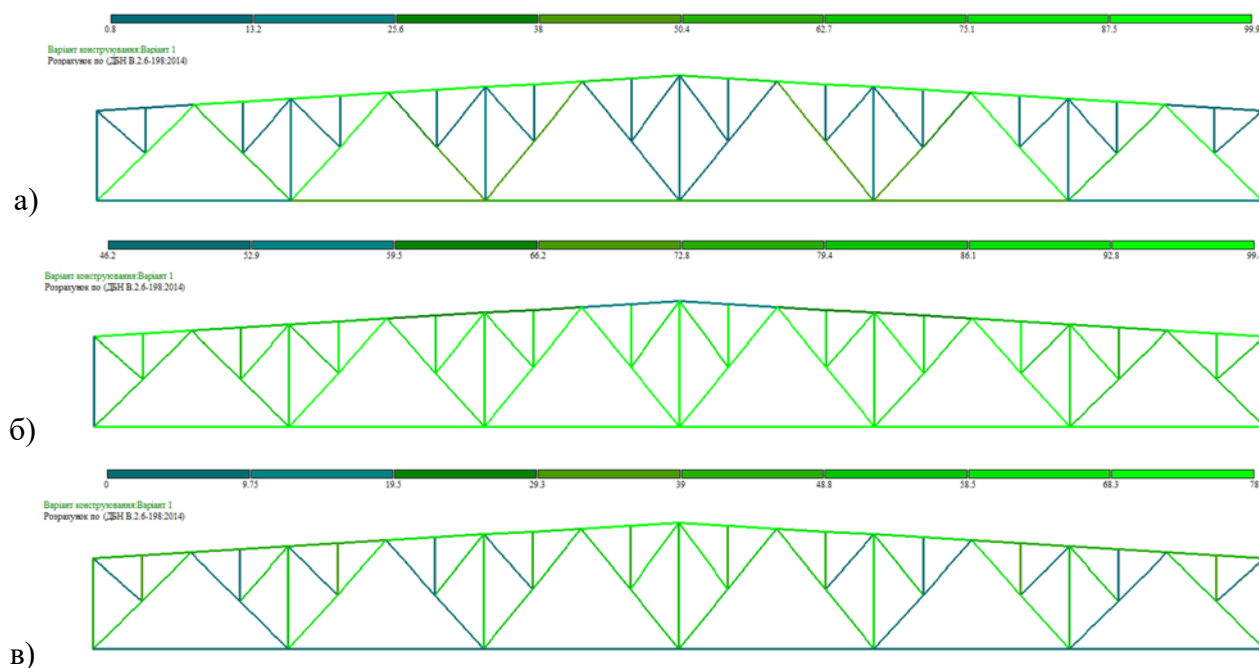


Рисунок 3.5 – Результати перевірки обраного варіанту схеми кроквяної ферми за граничними станами:

а) – перший граничний стан; б) – другий граничний стан; в) – місцева стійкість.

При цьому максимальний прогин запропонованого оптимального варіанту ферми складає 7,84 мм, що на 6,6% менше, ніж для базового варіанту конструкції. Також варто відзначити, що обраний варіант схеми за рахунок застосування панелі з одним розкосом має меншу кількість вузлів з'єднань елементів, що додатково знижує технологічні затрати на виготовлення та собівартість конструкції.

Розділ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1. Виробнича санітарія

Суттєвий вплив на стан організму працівника, його працездатність здійснює мікроклімат. Ці умови визначаються поєднанням температури, відносної вологості та швидкості руху повітря, температури поверхонь, що оточують людину та інтенсивності теплового (інфрачервоного) опромінення. Можливості організму пристосовуватись до метеорологічних умов значні. Верхньою межею терморегуляції людини, що знаходиться у стані спокою прийнято вважати 30-31 °С при відносній вологості 85% чи 40 °С при відносній вологості 85% чи 40 °С при відносній вологості 30%. При виконанні важкої роботи теплова рівновага ще зберігається завдяки терморегулятивній функції організму при $t_n = 25-26^\circ\text{C}$ (відносна вологість 40-60%). Коливання температури в приміщеннях від 10 до 20°С, швидкість руху повітря 0,1-0,3 м/с.

Важливе значення при роботі на відкритому повітрі має одяг. Спецодяг повинен бути повітро- та вологопроникним (бавовняним, з льону, грубововняного сукна). Захист від дії зниженої температури досягається використанням теплового спецодягу, а під час опадів — плащів та гумових чобіт. Слід робити перерви для обігрівання в спеціальних приміщеннях розрахованих при проектуванні будгенплану.

А саме: площа гардеробних приміщень 35 м², душеві 32 м², приміщення обігріву 15 м², туалет 5 м², буфет 35 м², контора 24 м². Температура приміщень повинна бути 18...20°С.

Розташування, розміри, оздоблення допоміжних приміщень обумовлюється санітарними вимогами. Туалети розраховують на кожному поверсі на відстані не більше 75 м від найбільш віддаленого робочого місця, а душеві слід влаштовувати в кімнатах, суміжних з гардеробними біля внутрішніх стін.

Під час роботи з вібротранспортом по ущільненню ґрунту чи бетону потрібно використовувати: для рук – рукавиці, рукавички, прокладки; для ніг – спецвзуття,

коврики, наколінники; для тіла – нагрудники, пояси, спецкостюми. Заборону доступу до вібраційних робіт мають особи молодші 18 років та ті, що мають відповідні протипокази у стані здоров'я. Працівники, що мають відповідну кваліфікацію, пройшли медичний огляд і техніку безпеки по виконанню робіт допускаються до роботи з вібромашинами.

Будівельний об'єкт повинен бути освітлений природнім або штучним світлом. При поганому освітленні людина швидко втомлюється, працює менш продуктивно, зростає потенційна небезпека помилкової дії і нещасних випадків. При надмірній яскравості джерел світла та предметів, що знаходяться у полі зору, може відбутись засліплення працівника, що призводить до швидкого втомлення органів зору.

Щоб захистити робітників від шкідливих виробничих факторів використовують такий одяг: костюми, куртки, комбінезони, халати, плащі, фартухи. Основні вимоги, яким повинен відповідати спецодяг: забезпечувати необхідний захист від дії несприятливих чинників, бути зручним, не обмежувати рухомих можливостей працівника. До спецвзуття належить: чоботи, півчоботи, черевики. Спецодяг по закінченні робочого дня чистять від пилу, бруду та сушать в спеціальних приміщеннях і вішають у відведеному місці. Для захисту обличчя використовуються ручні, наголовні та універсальні щитки (ЩЄУ-1). Для захисту очей від твердих часточок, бризок кислот та лугів використовують окуляри (ОЗН, ПО-2). Узимку внутрішню поверхню скла окулярів обробляють спеціальними сумішами, щоб воно не запотівало.

Захист органів дихання від шкідливих газів, парів, аерозолів, пилу здійснюється за допомогою протигазів та респіраторів. Найбільш часто застосовують: протипилові респіратори ШБ-1 «Лепесток», У-2к, Ф-62Ш, універсальний РУ-60МУ.

4.2. Техніка безпеки при експлуатації будівельних машин

До початку робіт із застосуванням машин виконроб повинен визначити схему руху й місце установки машин, місця й способи занулення (заземлення) машин, що

мають електропривід, указати способи взаємодії й сигналізації машиніста (оператора) з робітником-сигнальником, що обслуговує машину, визначити (при необхідності) місце знаходження сигнальника, а також забезпечити надійне освітлення робочої зони.

Місце роботи машин повинно бути визначене так, щоб був забезпечений простір, достатній для огляду й маневрування. У випадку, коли машиніст або моторист, що управляє машиною, не має достатню оглядовість робочого простору або не бачить робітника-сигнальника, між машиністом і сигнальником необхідно встановити двосторонній радіозв'язок або телефонний зв'язок.

При експлуатації машин повинні бути вжиті заходи, що попереджають їхнє перекидання або мимовільне переміщення під дією вітру або при наявності ухилу місцевості [18].

Для керування та обслуговування крана власник зобов'язаний призначити кранівників, які мають посвідчення на право керування цим краном. Для стропування, підвішування вантажу на гак крана призначаються стропальники. Як стропальники можуть допускатися й інші робітники (такелажники, монтажники тощо), якщо вони пройшли навчання за професією, кваліфікаційною характеристикою якої передбачено виконання робіт зі стропування вантажу.

Робоча зона крану обнесена інвентарною огорожею з попереджувальними знаками, що не допускають знаходження в цій зоні сторонніх людей.

При складанні технологічної карти вказуємо наступні правила техніки безпеки та безпечної експлуатації машин при проведенні будівельно-монтажних робіт:

- при земляних роботах:

До початку риття котлованів або траншей підземні комунікації повинні бути перенесені або огорожені.

Технічний стан землерийних машин повинен регулярно перевірятись. Екскаватор під час роботи повинен стояти на спланованому місці. Під час роботи

екскаватора заборонено перебування людей в границях призми обвалу і в зоні розвороту стріли екскаватора (радіус + 5 м).

Навантаження автомашини екскаватором проводиться так, щоб ковш подавався з бокової або задньої сторони кузова, а не через кабіну водія. Рух екскаватора з завантаженим ківшом заборонений.

При ритті траншей і котлованів в місцях, де проходить рух людей і транспорту, встановлено огорожу з попереджувачими написами, а в нічний час огорожені місця освітлюють.

Не допускаюся встановлення і рух машин та обладнання, а також розміщення матеріалів в границях призми обвалу ґрунту нерозкріплених виїмок (котлованів і траншей).

При виробництві земляних робіт можуть мати місце такі нещасні випадки: при пошкодженні підземних мереж, порушення правил експлуатації землерийних машин, в наслідок обвалів і сповзання ґрунту при розробці виїмок без кріплення, при невиконанні правил розташування матеріалів, транспортних шляхів і землерийних машин в забої.

- при виконанні кам'яних робіт:

При проведенні кам'яних робіт необхідно забезпечити правила безпеки робіт на помостах і риштуваннях, при завантажувально-розвантажувальних роботах, при використанні машин.

До робочих місць мулярів цеглу і дрібні блоки подають пакетами на піддонах. Робочі місця організовані так, що між стіною і зоною розташування матеріалів є вільний прохід 50 см.

Кладку наступного ярусу стіни муляри проводять стоячи на робочому настилі, рівень якого на 1-2 ряди нижчий рівня кладки на початку роботи. Робочі місця систематично прибираються від сміття.

Риштування і помости є міцними і стійкими. Стояки трубчастих риштувань встановлені на дощаті підкладки товщиною 50 мм, укладені на сплановану смугу і закріплені до стін гаками за анкери, які закладені у кладку стін за ходом зведення.

Жорсткість і незмінність риштувань у плані забезпечена жорсткими діагональними в'язями. Трубчасті риштування мають громовідвідні і заземлювальні елементи.

При кладці стін з внутрішніх помостів по периметру будівлі встановлено зовнішні захисні козирки суцільного настилу шириною 1,5 м на кронштейнах з підйомом від стіни вгору під кутом 20°. Над входом у сходову клітку встановлено навіси розмірами в плані 2х2 м. Робочий настил риштувань захищений інвентарним ґратчастими щитами, а помости – огороженням висотою 1 м, що складається з поручня, проміжної і бортової дошок висотою не менше 150 мм. Проміжок між стіною і робочим настилом риштувань 50 мм.

- при монтажі конструкцій:

До початку робіт на території монтажної ділянки необхідно встановити показники робочих проходів і проїздів, визначити небезпечні зони. Монтажне обладнання, а також захватні пристрої повинні бути перевірені і досліджені особами технічного персоналу будівництва. Місця знаходження робітників, які розташовані на висоті, огорожуються. Монтажники повинні бути з захисними пояси, за допомогою яких вони міцно прикріплюють себе до раніше змонтованих конструкцій.

При виконанні електрозварювальних робіт необхідно виконувати правила з електробезпеки і виконати вимоги з захисту людей від шкідливої дії променів електричної дуги.

На ділянці, де ведуться роботи по монтажу плит перекриття не виконують інші роботи. Заборонено стропування збірних залізобетонних конструкцій в місцях, де нема монтажних петель. Очистку збірних залізобетонних конструкцій від бруду і снігу в зимовий час проводять до їх підйому.

Заборонено знаходження людей на збірних елементах конструкцій (плитах) під час їх підйому і переміщення. Під час перерви в роботі заборонено залишати підняті елементи конструкції збірних залізобетонних плит.

Для переходу монтажників з одної збірної залізобетонної конструкції на іншу використовуються інвентарні перехідні мостики і трапи, які мають огороження.

Установленні в проектне положення збірні залізобетонні або металеві конструкції закріплені так, що забезпечені їх стійкість і геометрична незмінність. Розстроповку збірних залізобетонних конструкцій, встановлених в проектне положення виконують після постійного або тимчасового надійного їх закріплення. Заборонено знаходження людей під збірними елементами конструкцій до встановлення їх в проектне положення і закріплення.

- покрівельні роботи:

Покрівельні роботи виконують на висоті, тому щоб уникнути падіння людей, матеріалів і інструменту з даху (за відсутності парпетних ґрат) місце роботи захищають тимчасовими міцними огорожами висотою 1 м з бортовими дошками заввишки не менше 15 см.

Робітники допускаються на дах для проведення робіт тільки після перевірки справності стропил і обрешетування. При покритті дахів з великим ухилом і при роботах на краях дахів при будь-якому ухилі покрівельник повинен працювати в нековзному взутті і в міцному запобіжному поясі, прикріпленому до стійкої частини споруди з канатом, що витримує статичне навантаження 1962 Н протягом 15 хв. При проведенні робіт на мокрих або покритих інієм дахах, крім того, слід обов'язково застосовувати переносні драбини з нашитими планками. Такі драбини повинні бути надійно закріплені проти зрушення по похилій поверхні.

Складати на даху покрівельні матеріали, інструмент і встановлювати ємності з мастикою можна тільки за умови вживання заходів проти їх падіння або здування вітром і проти стікання мастики або емульсії з даху.

Матеріали подають на дахи на інвентарні майданчики. Допускається складати матеріал на горищі або на риштуванні в певних місцях і на горизонтальних підставках (з ніжками, що обрізають по ухилу) [19].

Після закінчення зміни і на час перерви в роботі всі залишки матеріалів, пристосування і інструмент прибирають з крівлі або надійно на ній закріплюють. Покривати карнизні спуски, підвішувати жолоби, оголовки димарів, парпети,

підвіконня, поясочки, а також підвішувати водоприймальні воронки і водостічні труби можна тільки з підмостів, випускних листів.

Для ходіння по крівлі з крихких матеріалів (азбестоцементних плиток) слід використовувати переносні ходові мостики шириною 300 мм.

Застосовувати відкритий вогонь (вогнища) на об'єкті для приготування і розігрівання мастик і інших сумішей для покрівельних робіт і для обробки покрівельних матеріалів забороняється.

При ожеледі, густому тумані, вітрі понад 6 балів, зливному дощі або сильному снігопаді покрівельні роботи не проводять.

- оздоблювальні роботи:

До приготування лакофарбових сумішей з шкідливими і вогненебезпечними речовинами допускають робочих, що пройшли спеціальне навчання. Зберігати синтетичні лаки і фарби необхідно в спеціально призначених для цих цілей вогнестійких будівлях, розташованих на відстані не ближче 50 м від житлових і виробничих будівель. У зоні застосування синтетичних фарб забороняється палити, користуватися відкритим вогнем.

Робітники повинні бути одягнені в спеціальне взуття. На роботах, зв'язаних з використанням синтетичних складників, робітники повинні бути забезпечені гумовими чобітьми, рукавичками і фартухами, брезентовими куртками і брюками, а також брезентовими рукавицями і нарукавниками. Приміщення повинні бути забезпечені нешкідливими мийними засобами й теплою водою. Електропроводка в цих місцях повинна бути виконана у вибухобезпечному виконанні.

4.3. Розрахунок опору заземлюючого пристрою

Металеві неструмоведучі частини електрообладнання і електроустановок при порушенні ізоляції між ними і їхніми струмоведучими частинами можуть опинитись під напругою.

Усунення небезпеки ураження електричним струмом при такому переході напруги на неструмоведучі частини електроустановок у мережах з ізольованою нейтральною лінією здійснюється за допомогою захисного заземлення. Під захисним заземленням розуміють з'єднання металевих неструмоведучих частин електроустановок із землею шляхом заземлюючих провідників і заземлювачів для створення між цими частинами і землею малого опору.

В нашому випадку заземленню підлягає трансформатор, $R_3 = 4$ Ом.

Тип заземлювача – труба $d = 0.05$ м, $l = 2.5$ м, глибина розташування в землі $h = 0.6$ м (рис. 4.1).

Приймаєм відстань між заземлювачами $a = 5$ м, а ширину сталеві смуги $b = 0.04$ м.

Питомий опір $\rho_3 = 100$ Ом·м.

Розрахунковий опір землі $\rho_{p.3} = \psi \cdot \rho_3 = 1,5 \cdot 100 = 150$ Ом·м.

Опір розтікання струму в землі одного вертикального заземлювача:

$$R_b = \frac{\rho_{p3}}{2 \cdot \pi \cdot l} \left(\ln \frac{2l}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4z+l}{4z-l} \right) = \frac{150}{2 \cdot 3,14 \cdot 2,5} \left(\ln \frac{2 \cdot 2,5}{0,05} + \frac{1}{2} \ln \frac{4 \cdot 1,85 + 2,5}{4 \cdot 1,85 - 2,5} \right) = 47,3 \text{ Ом} \cdot \text{м} \quad (4.1)$$

де z – віддаль від поверхні землі до середини заземлювача.

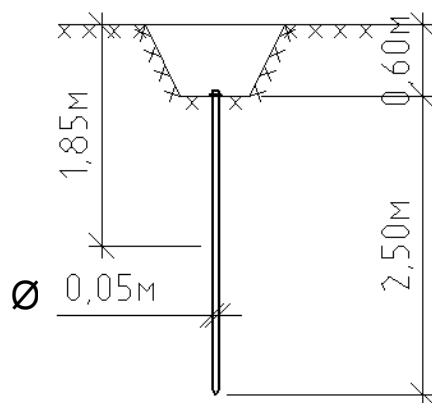


Рисунок 4.1 – Схема заземлювача.

$$k = a/l = 5/2,5 = 2, \quad (4.2)$$

тоді по графіку коефіцієнт використання заземлювачів $n_8 = 0,6$ Ом·м.

Кількість заземлювачів n :

$$n = \frac{R_b}{R_3 \cdot \eta_b} = \frac{47,3}{4 \cdot 0,6} = 19,7 \text{шт} \approx 20 \text{шт} \quad (4.3)$$

Довжина горизонтального заземлювача $l = an = 5 \cdot 20 = 100 \text{ м}$.

Опір горизонтального заземлювача R_2

$$R_2 = \frac{\rho_{pz}}{2 \cdot \pi \cdot l} \cdot \ln \left(\frac{2 \cdot l^2}{b \cdot h} \right) = \frac{150}{2 \cdot 3,14 \cdot 100} \cdot \ln \left(\frac{2 \cdot 100^2}{0,04 \cdot 0,6} \right) = 3,25 \text{ Ом} \quad (4.4)$$

Загальний опір заземлюючого пристрою

$$R_3 = \frac{R_b \cdot R_2}{n \cdot R_2 \cdot \eta_b + R_b \cdot \eta_2} = \frac{47,3 \cdot 3,25}{20 \cdot 3,25 \cdot 0,6 + 47,3 \cdot 0,45} = 2,55 \text{ Ом} < 4 \text{ Ом} \quad (4.5)$$

4.4. Забезпечення пожежної та вибухової безпеки на об'єкті

Значний відсоток пожеж спричинений незадовільним станом електричного устаткування та приладів, а також порушенням правил їх монтажу та експлуатації. Рулонні будівельні матеріали та частина будинку належить до категорії В по вибухонебезпеці (В – пожежонебезпечне виробництво, у якому застосовуються тверді горючі речовини й матеріали).

На території будівництва при розробці будгенплану визначаємо найнебезпечніші зони. В них розміщуються пожежні щити, де має бути в наявності два порошкових вогнегасники й один вуглекислотний, ящик з піском, відром і лопатою.

На будгенплані об'єкту показано розташування підйомно-транспортних механізмів, шляхів їх переміщення і радіуси дії кранів, приоб'єктні склади, шляхи переміщення транспорту, який постачає матеріали, деталі і конструкції, постійні і тимчасові сітки водопостачання, тимчасові адміністративно-побутові споруди.

Для забезпечення протипожежних заходів на будівельному майданчику пожежні гідранти розміщують з інтервалом не більше 100 м і не більше 2 м від краю дороги. Відстань гідрантів від будівлі – 10-15 м.

З місця провадження робіт необхідно забирати будівельні відходи і складувати їх на відстані не менше 50 м. Спалювання сміття на будівельному майданчику категорично забороняється.

Передбачено під'їзди пожежних машин до будь-якого місця, де можливе виникнення пожежі. Будівельна ділянка забезпечена тимчасовим пожежним водопроводом, пожежними гідрантами. Для паління виділені спеціальні місця.

Прокладання електропроводів по горючих основах (конструкціях, деталях), повинно здійснюватися відповідно до вимог ПУЕ та ПБЕ. При прокладанні таких проводів їх необхідно ізолювати від горючих основ (конструкцій) суцільним шаром негорючого матеріалу. Після закінчення прокладання складається акт проведення прихованих робіт.

В мережі тимчасового водопроводу влаштовуються пожежні гідранти і водозабірні крани на відстані кожних 100 м.

В спеціально відведених місцях проводяться електрозварювальні роботи, що ізолюються від горючих матеріалів і відділені спеціальним огороженням.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В даній кваліфікаційній роботі магістра розроблено проєкт автосалону «КІА» зі станцією технічного обслуговування автомобілів на 15 постів в м. Львів. Будівля автоцентру прямокутної конфігурації, в плані $54,0 \times 33,0$ м. Будівля каркасного типу з триповерховою цегляною вставкою. Каркас виконаний із сталевих конструкцій з подальшим вогнезахистом.

В науково-дослідній частині досліджено можливість параметричної оптимізації маси кроквяної ферми, яка застосована в конструкції запроєктованого автосалону зі станцією технічного обслуговування. Наукова новизна отриманих результатів – отримала подальший розвиток методика параметричної оптимізації металевих ферм з використанням методу скінченних елементів.

Практична значимість результатів дослідження – виконано оптимізацію конструктивних параметрів кроквяної ферми прольотом 33 м за критерієм мінімальної маси. Розраховано напружено-деформівний стан згенерованих варіантів конструкції. Методика оптимізації може використовуватися в подальшому для інших типів металевих конструкцій різного призначення.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Статистика автопродаж [електронний ресурс] // Інформаційно-аналітична група Auto-Consulting. – Режим доступу:
<https://www.autoconsulting.com.ua/news.php?catid=41>
2. Будівельна кліматологія : ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 [Текст]. — [Чинний від 2011-11-01]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2011. – 127 с. — (Національний стандарт України).
3. Будівництво в сейсмічних районах України : ДБН В.1.1-12:2014 [Текст]. — [Чинний від 2014-10-01]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2014. - 110 с. — (Національний стандарт України).
4. Гетун Г.В. Архітектура будівель та споруд. Книга 1: Основи проектування : підручник [Текст] / Г. В. Гетун. – К. : Кондор, 2012. – 380 с.
5. Тимчасові рекомендації по забезпеченню пожежної безпеки будівель і приміщень автосалонів (виставок) з продажу автомобілів [Текст] / Затв. ГУПО МВС України 14.10.93; введ. 14.10.93. – К.: МВС, 1993. – 5 с.
6. Настанова щодо проведення земляних робіт, улаштування основ та спорудження фундаментів : ДСТУ-Н Б В.2.1-28:2013 [Текст]. — [Чинний від 2014-01-01]. – К.: Мінрегіонбуд, 2013. - 88 с. — (Національний стандарт України).
7. Корнієнко, М.В. Основи і фундаменти [Текст]: Начальний посібник / М.В. Корнієнко. – К.: КНУБА, 2009. – 150 с.
8. Барашиков, А.Я. Будівельні конструкції [Текст]: підручник / А.Я. Барашиков, В. М. Колякова. – К.: Слово, 2011. – 256 с.
9. Клименко, Ф.Є. Металеві конструкції [Текст] / Ф.Є. Клименко, В.М. Барабаш, Л.І. Стороженко; за ред. Ф.Є. Клименка. — Львів: Світ, 2002. — 312 с.
10. Кам'яні та армокам'яні конструкції. Основні положення : ДБН В.2.6-162:2010 [Текст]. — [Чинний від 2011-09-01]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2011. - 97 с. — (Національний стандарт України).

11. Барашиков, А.Я. Залізобетонні конструкції [Текст] / А.Я. Барашиков, Л.М. Буднікова, Л.В. Кузнєцов та ін.; за ред. А.Я. Барашикова. – К.: Вища школа, 1995. – 591 с.
12. Опалення, вентиляція та кондиціонування : ДБН В.2.5-67:2013 [Текст]. — [Чинний від 2014-01-01]. – К.: Мінрегіонбуд, 2013. – 141 с. — (Національний стандарт України).
13. Нілов, О.О. Металеві конструкції: Загальний курс [Текст] / О.О. Нілов, В.О. Пермяков, О.В. Шимановський та ін.; під заг. ред. О.О. Нілова та О.В. Шимановського. – К.: «Сталь», 2010. — 869 с.
14. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування : ДБН В.1.2-2:2006 [Текст]. — [Чинний від 2007-11-01]. – К.: Мінбуд України, 2006. – 75 с. — (Національний стандарт України).
15. Сталеві конструкції. Норми проектування : ДБН В.2.6-198:2014 [Текст]. — [Чинний від 2015-01-01]. – К.: Мінрегіон України, 2014. – 198 с. — (Національний стандарт України).
16. Свідер В.С., Сорочак А.П. Дослідження впливу конструктивних параметрів на несучу здатність просторових ферм [Текст] // Актуальні задачі сучасних технологій: збірник тез доповідей VIII Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів (Тернопіль, 27-28 листопада 2019). – Т. 1. – С. 31-32.
17. Пермяков, В.О. Металеві конструкції. Ферми [Текст]: Навчальний посібник. – К.: КНУБА, 2006. – 170 с.
18. Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення : ДБН А.3.2-2-2009 [Текст]. — [Чинний від 2012-04-01]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2012. – 116 с. — (Національний стандарт України).
19. Голінько, В.І. Основи охорони праці : підручник [Текст] / В.І. Голінько. – 2-ге вид. – Д.: НГУ, 2014. – 271 с.

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А. Результати розрахунку кров'яної ферми

ДОТАТОК А. Результаты розрахунку кроквяної ферми

Результаты подбора. Файл проекта D:\Work\ФК2.SPR

Группы конструктивных элементов

Группа К1

Конструктивный элемент	Группа унификации	Исходное сечение	Результат подбора
1	---	Двутавр широкополочный по ГОСТ 26020-83 50Ш2	Двутавр широкополочный по ГОСТ 26020-83 50Ш2
2	---	Двутавр широкополочный по ГОСТ 26020-83 50Ш2	Двутавр широкополочный по ГОСТ 26020-83 50Ш2

Группа Нс1

Конструктивный элемент	Группа унификации	Исходное сечение	Результат подбора
3	---	Двутавр широкополочный по ГОСТ 26020-83 23Ш1	Двутавр широкополочный по ГОСТ 26020-83 20Ш1
4	---	Двутавр широкополочный по ГОСТ 26020-83 23Ш1	Двутавр широкополочный по ГОСТ 26020-83 20Ш1
5	---	Двутавр широкополочный по ГОСТ 26020-83 23Ш1	Двутавр широкополочный по ГОСТ 26020-83 20Ш1
6	---	Двутавр широкополочный по ГОСТ 26020-83 23Ш1	Двутавр широкополочный по ГОСТ 26020-83 20Ш1

Группа Ст1

Конструктивный элемент	Группа унификации	Исходное сечение	Результат подбора
13	---	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L80x7	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L80x7
14	---	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L80x7	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L80x7
15	---	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L80x7	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L80x7
16	---	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L80x7	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L90x7

Группа Ст2

Конструктивный элемент	Группа унификации	Исходное сечение	Результат подбора
17	---	Швеллер с уклоном полок по ГОСТ 8240-97 10У	Швеллер с уклоном полок по ГОСТ 8240-97 10У

Группа ВП1

Конструктивный элемент	Группа унификации	Исходное сечение	Результат подбора
38	---	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L160x10	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L160x10
39	---	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L160x10	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L160x10
40	---	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L160x10	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L160x10
41	---	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-

Конструктивный элемент	Группа унификации	Исходное сечение	Результат подбора
		93 L160x10	93 L160x10
42	---	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L160x10	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L160x10
43	---	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L160x10	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L160x10
48	---	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L160x10	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L160x10
49	---	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L160x10	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L160x10
50	---	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L160x10	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L160x10
51	---	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L160x10	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L160x10
52	---	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L160x10	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L160x10
53	---	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L160x10	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L140x10

Группа ВП2

Конструктивный элемент	Группа унификации	Исходное сечение	Результат подбора
44	---	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L200x12	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L200x14
45	---	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L200x12	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L200x14
46	---	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L200x12	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L200x14
47	---	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L200x12	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L200x14
54	---	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L200x12	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L200x12
55	---	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L200x12	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L200x12
56	---	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L200x12	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L180x15
57	---	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L200x12	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L180x15

Группа НП1

Конструктивный элемент	Группа унификации	Исходное сечение	Результат подбора
7	---	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L125x8	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L100x8
12	---	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L125x8	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L100x8

Группа НП2

Конструктивный элемент	Группа унификации	Исходное сечение	Результат подбора
8	---	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L125x12	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L125x12
9	---	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L125x12	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L125x12
10	---	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-

Конструктивный элемент	Группа унификации	Исходное сечение	Результат подбора
		93 L125x12	93 L125x12
11	---	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L125x12	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L125x12

Группа P0p1

Конструктивный элемент	Группа унификации	Исходное сечение	Результат подбора
58	---	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L125x12	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L125x10
59	---	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L125x12	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L125x10
76	---	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L125x12	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L125x10
77	---	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L125x12	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L125x10

Группа Pст1

Конструктивный элемент	Группа унификации	Исходное сечение	Результат подбора
62	---	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L125x8	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L100x8
63	---	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L125x8	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L100x8
66	---	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L125x8	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L100x8
67	---	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L125x8	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L100x8
68	---	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L125x8	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L100x8
69	---	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L125x8	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L100x8
72	---	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L125x8	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L100x8
73	---	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L125x8	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L100x8

Группа Pp1

Конструктивный элемент	Группа унификации	Исходное сечение	Результат подбора
60	---	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L90x7	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L90x7
61	---	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L90x7	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L90x7
74	---	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L90x7	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L90x7
75	---	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L90x7	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L90x7

Группа Pp2

Конструктивный элемент	Группа унификации	Исходное сечение	Результат подбора
64	---	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L80x7	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L75x6

Конструктивный элемент	Группа унификации	Исходное сечение	Результат подбора
65	---	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L80x7	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L75x6
70	---	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L80x7	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L75x6
71	---	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L80x7	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L75x6

Группа Стш1

Конструктивный элемент	Группа унификации	Исходное сечение	Результат подбора
19	---	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L75x6	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L50x5
21	---	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L75x6	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L50x5
23	---	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L75x6	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L50x5
32	---	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L75x6	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L50x5
35	---	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L75x6	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L50x5
36	---	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L75x6	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L50x5

Группа Стш2

Конструктивный элемент	Группа унификации	Исходное сечение	Результат подбора
24	---	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L80x7	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L63x5
27	---	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L80x7	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L63x5
28	---	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L80x7	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L63x5
31	---	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L80x7	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L63x5

Группа Рш1

Конструктивный элемент	Группа унификации	Исходное сечение	Результат подбора
18	---	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L75x6	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L75x6
20	---	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L75x6	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L75x6
22	---	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L75x6	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L63x5
33	---	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L75x6	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L63x5
34	---	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L75x6	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L75x6
37	---	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L75x6	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L75x6

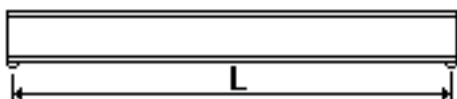
Группа Рш2

Конструктивный элемент	Группа унификации	Исходное сечение	Результат подбора
25	---	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L80x7	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L90x7
26	---	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L80x7	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L75x6
29	---	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L80x7	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L75x6
30	---	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L80x7	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L90x7

ДОДАТОК Б. Результати розрахунку косоурів сходового марша

Общие характеристики

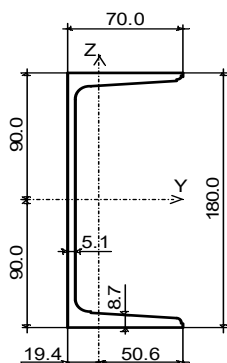
Группа конструкции по таблице 50* СНиП: 1
 Расчетное сопротивление стали $R_y = 2.4 \text{ Т/см}^2$
 Коэффициент условий работы 1.1
 Коэффициент надежности по ответственности 1.15



Длина пролета $L = 4.6 \text{ м}$

Вес присоединенной массы 0.0163 Т/м

Сечение



Сечение: Швеллер с уклоном полок по ГОСТ 8240-97 18У

Геометрические характеристики сечения

Параметр	Значение	
A	Площадь поперечного сечения	20.7 см ²
$A_{v,y}$	Условная площадь среза вдоль оси Y	6.718 см ²
$A_{v,z}$	Условная площадь среза вдоль оси Z	8.055 см ²
I_y	Момент инерции относительно оси Y	1090.0 см ⁴
I_z	Момент инерции относительно оси Z	86.0 см ⁴
I_t	Момент инерции при кручении	3.869 см ⁴
I_w	Секториальный момент инерции	5892.467 см ⁶
i_y	Радиус инерции относительно оси Y	7.257 см
i_z	Радиус инерции относительно оси Z	2.038 см
Y_s	Расстояние от центра сдвига до центра кручения вдоль оси Y	2.325 см
W_{y+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси Y	121.111 см ³
W_{y-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси Y	121.111 см ³
W_{z+}	Максимальный момент сопротивления	44.33 см ³

W_z -	относительно оси Z Минимальный момент сопротивления	16.996	см ³
$W_{pl,y}$	относительно оси Z Пластический момент сопротивления	140.788	см ³
$W_{pl,z}$	относительно оси Y Пластический момент сопротивления	39.615	см ³
a_{y+}	относительно оси Z Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)	2.142	см
a_{y-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)	0.821	см
a_{z+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V)	5.851	см
a_{z-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)	5.851	см

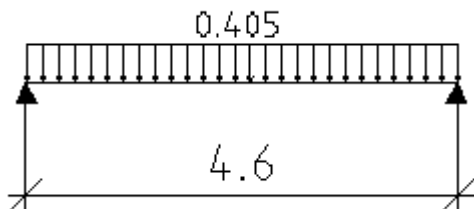
Закрепления от поперечных смещений и поворотов

	Слева	Справа
Перемещение вдоль Y	Закреплено	Закреплено
Перемещение вдоль Z	Закреплено	Закреплено
Поворот вокруг Y		
Поворот вокруг Z	Закреплено	Закреплено

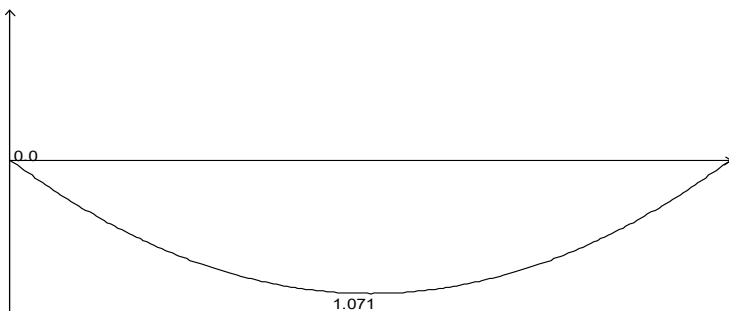
Загрузки

Загрузка 1 - Постоянное

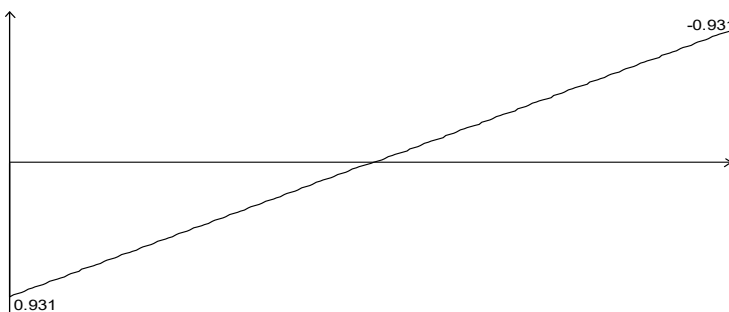
Пояс, к которому приложена нагрузка: верхний



Эпюра моментов ($T^*м$)



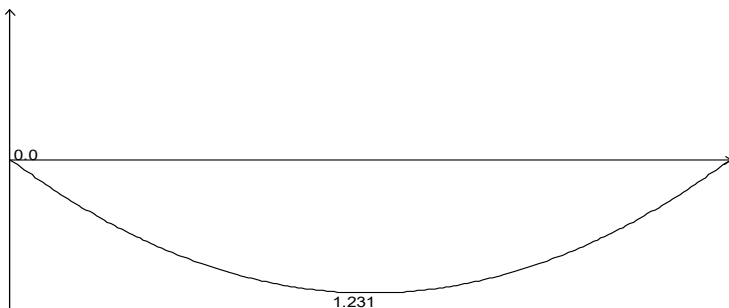
Эпюра перерезывающих сил (Т)



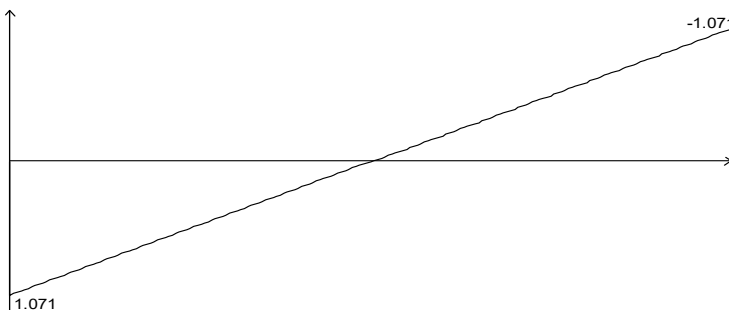
Огибающие эпюр силовых факторов

(С учетом коэффициентов сочетаний по СНиП 2.01.07-85)

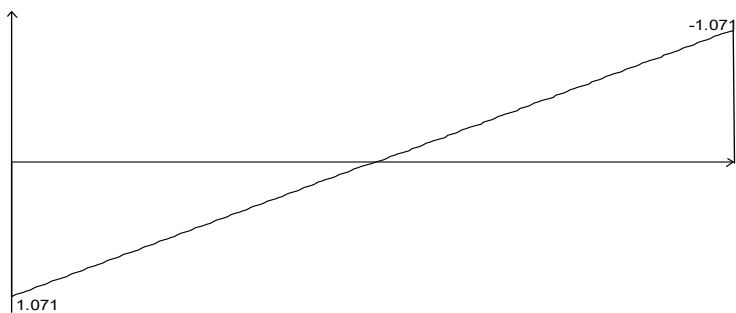
Основное сочетание. Максимальный изгибающий момент ($T^*м$)



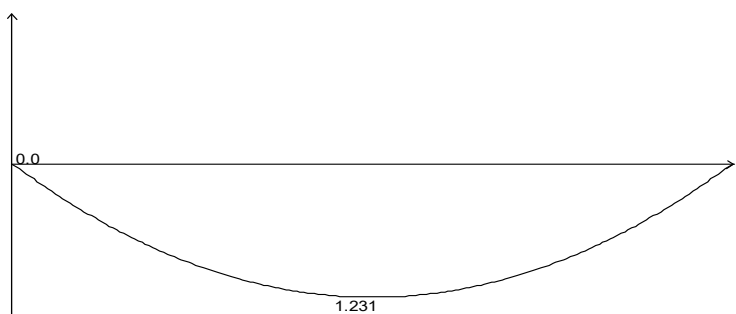
Основное сочетание. Перерезывающая сила, соответствующая максимальному моменту (Т)



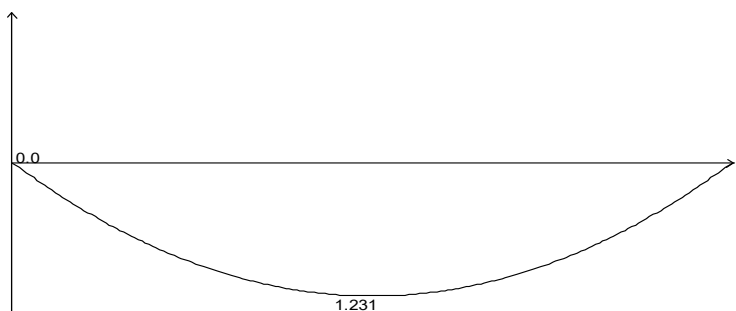
Основное сочетание. Максимальная перерезывающая сила (Т)



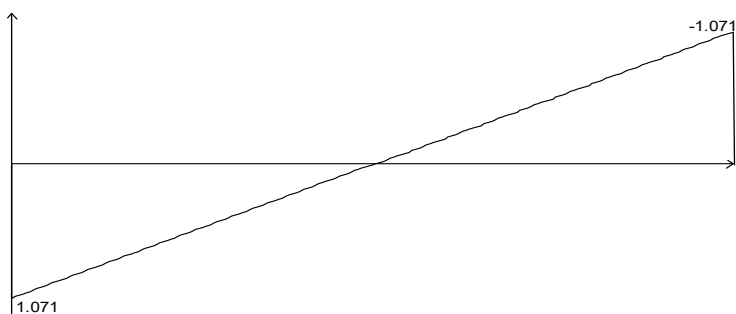
Основное сочетание. Изгибающий момент, соответствующий максимальной перерезывающей силе (Т*м)



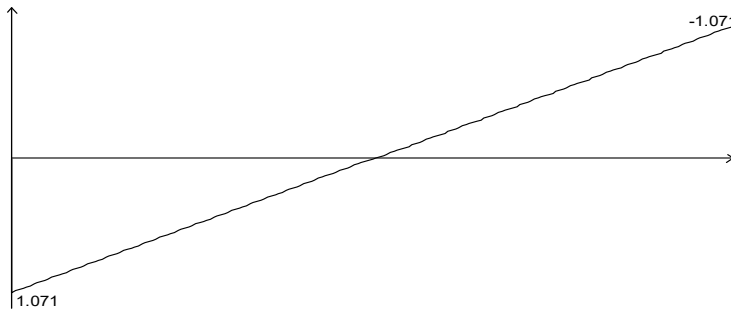
Основное сочетание. Минимальный изгибающий момент (Т*м)



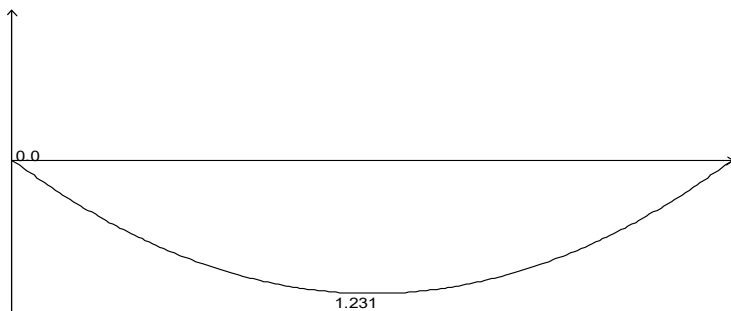
Основное сочетание. Перерезывающая сила, соответствующая минимальному моменту (Т)



Основное сочетание. Минимальная перерезывающая сила (Т)



Основное сочетание. Изгибающий момент, соответствующий минимальной перерезывающей силе (Т*м)



	Опорные реакции			
	Момент слева (Т*м)	Сила слева (Т)	Момент справа (Т*м)	Сила справа (Т)
По критерию M_{max}	0.0	1.071	-3.80242e-16	1.071
По критерию M_{min}	0.0	1.071	-3.80242e-16	1.071
По критерию V_{max}	0.0	1.071	-3.80242e-16	1.071
По критерию V_{min}	0.0	1.071	-3.80242e-16	1.071

Проверено по СНиП	Результаты расчета Фактор	Коэффициент использования
п.5.12	прочность при действии поперечной силы Vz	0.087
п.5.12	прочность при действии изгибающего момента My	0.385
п.5.15	устойчивость плоской формы изгиба при действии момента My	0.943

Коэффициент использования 0.943 - устойчивость плоской формы изгиба при действии момента My

Максимальный прогиб 0.012 м

Вибрация 17.173 1/sec