Міністерство освіти і науки України
Центральноукраїнський національний технічний університет
Кафедра будівельних, дорожніх машин і будівництва

“ Допустити до захисту”

Зав. кафедри БДМБ канд. техн. наук, проф.

_____ В.Настоящий

"____" _____ 2021 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ОСВІТНЬО-КВАЛІФІКАЦІЙНОГО РІВНЯ
«МАГІСТР»

на тему «Дослідження металевих конструкцій виробничого приміщення в місті Миколаїв з метою оптимізації параметрів»

Виконав: магістрант 2 курсу, групи БІ-20М(1,4)
спеціальності 192 “ Будівництво та цивільна інженерія ”
(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)
А.Тищенко
(прізвище та ініціали)

Керівник проф. Настоящий В.А.
(прізвище та ініціали)

Кропивницький

2021

Центральноукраїнський національний технічний університет
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет будівництва та транспорту
Кафедра будівельних, дорожніх машин і будівництва
Освітньо-кваліфікаційний рівень магістр
Спеціальність 192 “ Будівництво та цивільна інженерія ”
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри, проф.
В. Настоящий
“____” _____2021 року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ МАГІСТРАНТУ
Тищенку Андрію Андрійовичу
(прізвище, ім’я, по батькові)

1. Тема проекту Дослідження металевих конструкцій виробничого приміщення в місті Миколаїв з метою оптимізації параметрів
керівник проекту к.т.н., проф. Настоящий В.А.
(прізвище, ім’я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом вищого навчального закладу від “___”_____2021 __року №_
2. Строк подання студентом проекту 5. 12 2021 року.
3. Вихідні дані до проекту:
1. Район будівництва –м. Миколаїв (ситуаційний план–додаток 1)

2. Каркас будівлі металевий (конструктивна схема рамного поперечника – додаток 2)

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити).

1.Обгрунтування об’ємно-планувального та конструктивного рішення будівлі.

2. Моделювання несучих металевих конструкцій, дослідження напруженого і деформованого стану конструктивних елементів, комп’ютерне моделювання ферми в середовищі САПР «Solid works», визначення перерізів, вибір та проектування оптимального варіанту металевих конструкцій.

3.Техніко - економічне обґрунтування прийнятих рішень.

4.Розробка заходів з охорони праці

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов’язкових креслень)

1. Генеральний план. 2.Розрахукові схеми та модель металевого каркасу, що досліджується. 3.Результати досліджень металевих конструкцій в середовищі Solidworks. 4.Металевий каркас будівлі, що досліджується та оптимізується. 5.Креслення ферми та колони з оптимізованими конструкціями

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Архітектурно-будівельний	доц. Яцун В.В.		
Дослідницький	проф. Настоящий В.А.		
Економічний	к .е.н. доц.Харченко І.В.		
Охорона праці	к.т.н. доц.Лізунков О.В.		

7. Дата видачі завдання 5 09 2021

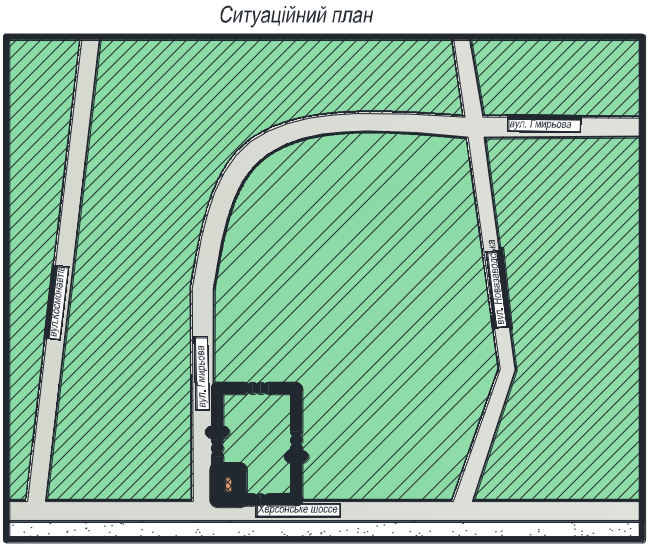
КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Обґрунтування об'ємно-планувального та конструктивного рішення будівлі.	10 09.-14 09.	
2.	Моделювання та дослідження несучих конструкцій, визначення перерізів	15 09.-27 09.	
3.	Проектування будівельних конструкцій	28 09.- 7 10.	
4.	Розробка архітектурно-будівельних креслень	8 10.-19 10.	
5.	Розробка креслень з дослідницького розділу	20 10.-2 11.	
6.	Розробка креслень оптимізованих металевих конструкцій	3 11-14 11.	
7.	Складання кошторисів до економічного розділу.	15 11.-19 11.	
8.	Розробка заходів з охорони праці.	20 11.-22 11.	
9.	Оформлення альбому документів.	23 11.-1 12.	

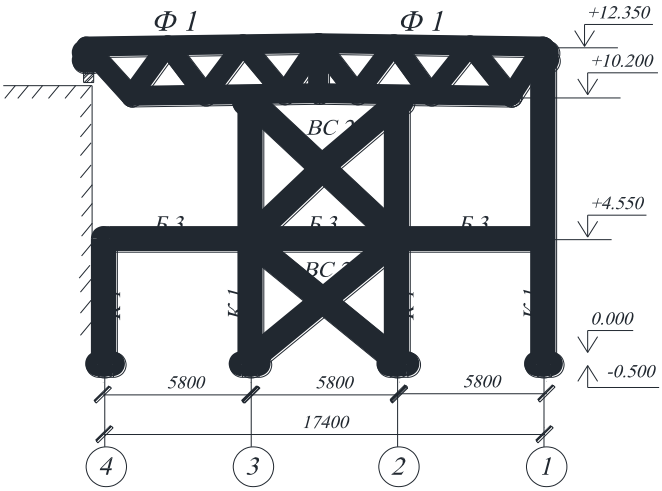
Студент (підпис) А .Тищенко (прізвище та ініціали)

Керівник роботи (підпис) В. Настоящий (прізвище та ініціали)

Додаток до завдання 1



Додаток до завдання 2.



Конструктивна схема рамного поперечника пиво варильного цеху.

Вступ.

Миколаївський пивзавод «Янтар» — підприємство харчової промисловості України, зайняте у галузі виробництва та реалізації пива. Розташоване у місті Миколаєві. Безбалансова філія одного з найбільших виробників пива України «САН ІнБев Україна», що належить лідеру світового пивного ринку корпорації Anheuser-Busch InBev.

«У 2001 обсяги випуску продукції склали 10,47 млн дал (бл. 9 % від загального українського виробцтва пива). У 2005–06 на підприємстві проведено чергову реконструкцію (інвестиційний проект на суму 29 млн. євро), що дозволило майже вдвічі збільшити виробничу потужність пивзаводу. Нині основна продукція – пиво «Янтар світле» та темне «Чорний принц». Окрім цього, на виробничих потужностях підприємства розливають пиво торгових марок «Чернігівське», «Рогань» та «Жигулівське». Кількість працівників близько 500 осіб (2018)» [1] .

Протягом останніх трьох років на підприємстві проводиться чергова реконструкція. Інвестиційний проект на суму 29 мільйонів євро дозволить майже вдвічі збільшити виробничу потужність пивзаводу.

Ці нововведення потребують будівництва нового пиво-варильного цеху з установкою найбільш сучасного агрегату з повною комп'ютеризацією процесу варки пива, а також повною комп'ютеризацією виробництва та введення автоматичної системи догляду.

Тому об’єктом дослідження в даній кваліфікаційній магістерській роботі є несучі металеві конструкції пиво-варильного цеху.

Метою роботи є використання програмного комплексу SolidWorks для оптимізація маси несучих ферм будівлі пиво-варильного цеху в місті Миколаїв при збереженні допустимих параметрів стійкості та міцності.

					ДМК 013 ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Виконав		Тищенко			Дослідження металевих конструкцій виробничого приміщення в місті Миколаїв Пояснювальна записка	Літ.	Лист	Листів
Керівник		Настоящий						
Н.контр.		Дворніченко						
Зав.кафед		Настоящий						

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Обрана тема проектної роботи відповідає профілю спеціальності "Будівництво та цивільна інженерія", а дослідження й нормування навантажень на будівлі є одним з напрямів наукової роботи кафедри будівельних, дорожніх машин і будівництва.

Задачі дослідження:

- обґрунтувати й розробити архітектурно-конструктивне рішення будівлі пиво-варильного цеху;
- визначити значення розрахункових навантажень на металеві конструкції будівлі пиво-варильного цеху;
- дослідити кроквяну трубчасту ферму з урахуванням дії кліматичних і технологічних навантажень, визначених за ДБН для умов м. Миколаїв;
- проаналізувати напружено-деформований стан елементів сталевої трубчастої ферми аналітичними розрахунками та в середовищі САПР «Solid works 2013»;
- використати САПР «Solid works 2013» для визначення нових конструктивних рішень і вибору варіантів поперечних перетинів трубчастої металевої ферми покрівлі пивоварильного цеху в м. Миколаїв при збереженням допустимих показників стійкості та міцності металоконструкції.

1. Архітектурно-будівельний розділ

1.1. Характеристика умов району будівництва.

«Микола́їв − місто в Україні, обласний центр Миколаївської області та адміністративний центр Миколаївського району. Миколаїв розташований в гирлі річки Інгул, де вона впадає до Південного Бугу, за 65 кілометрів від Чорного моря .

Клімат помірно континентальний. Літо спекотне, вітряне, з частими «суховіями»; середня температура найтеплішого місяця (липня) +23…+21°С. Зима малосніжна, порівняно нехолодна; середня температура найхолоднішого місяця (січня) −3…−5°С.

Річна кількість опадів коливається від 300—350 мм на півдні до 450 мм на півночі. Максимум опадів влітку, випадають переважно у вигляді злив. Вегетаційний період в середньому близько 210 діб» [2] .

Швидкісний набір вітру на висоті 10 м над поверхнею землі –470 Па;

- вага снігового покрову – 0,87 кПа;

- кліматичний район II в [3] .

Ділянка, що виділена під забудову, розташована по Херсонському шосе в місті Миколаїв. В результаті обстеження ділянки зроблено наступні висновки:

- Рельєф ділянки скельний;

- Вид ґрунту чорнозем, крупнозернистий пісок, глина;

- Рівень ґрунтових вод на глибині 8-9 м;

- Місцевість не заболочена;

- Наявність зелених насаджень частково відсутнє.

Виробнича зона підприємства розташована на належній відстані із підвітряної сторони від сельбищної зони, що відповідає нормам для створення належних санітарно-гігієнічних умов населеного пункту [4] .

1.2. Наявність мережі автомобільних доріг, джерел забезпечення електроенергією, водою, паливом.

До ділянки проектування маються під'їзні шляхи (автодороги по Херсонському шосе, вул. Гмирьова), що зменшує вартість будівництва.

Основним місцевим будівельним матеріалом є пісок. щебінь, глина, які будуть використовуватися в будівництві і можуть бути доставлені автотранспортом.

Для забезпечення питних та господарчо-протипожежних потреб використовуються водопровідна система ВАТ "Янтар". Забезпечення комплексу гарячою водою проводиться із котельні по водопроводу.

Електрозабезпечення будівельного майданчика реалізується по повітряній лінії через трансформаторну підстанцію.

Забезпечення потреби в робочій силі задовольняється за рахунок будівельної організації.

Наявність під'їзних шляхів, розміри ділянки її рельєф, ґрунтові умови –все це дозволяє зробити висновок про доцільність вибору даної ділянки для будівництва варниці [4].

1.3. Генеральний план.

Будівельний майданчик пивоварного цеху в м. Миколаїв на території заводу ВАТ "Янтар" по Херсонському шосе знаходиться в зоні добре розвинених автомобільних доріг, по яких буде здійснюватися постачання будівельних матеріалів, конструкцій та виробів на тимчасові майданчики - склади.

Розміщується цех у вигляді прибудованої будівлі, що розміщується довшою стороною перпендикулярно існуючого адміністративного корпусу.

Підхід робочого персоналу здійснюється через основну прохідну на територію підприємства.

У зв'язку з тим, що відвід поверхневих вод здійснюється відкритим способом на існуючому підприємстві що і на проектній ділянці вода збирається і відводиться вздовж бордюрів за територію підприємства в напірну канаву і в сторону природного падіння рельєфу [4] .

При розташуванні проектуємої будівлі на ділянці дотримуються протипожежні розриви [4].

Санітарний розрив між запроектованою ділянкою та сельбищною зоною- більш ніж 200 м. [4] .

Площа асфальтових покриттів на території будівництва – мінімальна, так як визначається технологічними вимогами.

Поперечний профіль дороги прийнятий – двохскатний, конструкція дорожнього покриття – двохшаровий асфальтобетон на основі із гранітного щебеню із підстильним піщаним шаром.

Для забезпечення нормальних санітарно-гігієнічних умов передбачуються заходи по озелененню та благоустрою, посівом багаторічних шарів, а також посадкою дерев та кущів.

Озеленення передбачається на вільних від забудови та руху людей і техніки ділянках. висадження дерев виконується на відстані від будівлі що забезпечує природну освітленість виробничих приміщень.

Основними технічними характеристиками генплану являються:

1.Площя підприємтва-6,27 га;

2. Площа забудови-456 м^2;

3. Площа з твердим покриттям-32 м^2;

4. Площа озеленення-41 м^2;

5. Периметр огородження-52 м;

6. Коефіцієнт озеленення-0,088;

7. Щільність забудови-0,35 %.

1.4. Опис технологічного процесу.

На рис.1.1 наведена технологічна схема виготовлення пива по класичній технології пивоваріння, яка використовується ВАТ "Янтар"[5] .

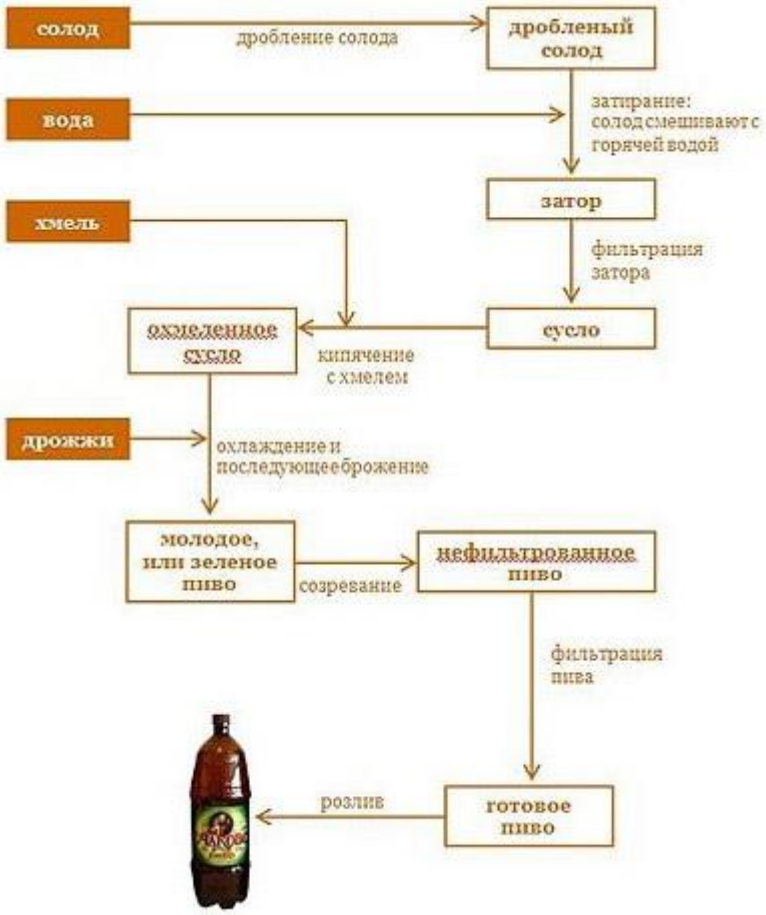


Рис. 1.1 Опис технологічного процесу виготовлення пива із ячмінного пивоварного солоду.

1.5. Конструктивні рішення будівлі.

В приміщенні цеху розташоване обладнання для варіння сусла та дозрівання пива (рис.1.2, 1.3)



Рис. 1.2. Ємності для варіння сусла



Рис.1.3. Обладнання для дозрівання пива

Відповідно стіни пивоварного цеху являють собою тришарові панелі типу "сандвіч". Вони складаються з стальних облицювальних профільованих листів та втисненому в порожнини між ними утеплювача.

Неглибока профіліровка облицьованих листів, розташована в шаховому вигляді с зовнішньої та внутрішньої сторони, придає деяку жорсткість панелі в вертикальному напрямку.

Панелі встановлюються у вертикальному положенні і кріпляться до горизонтальних металевих ригелів, що встановлені між колонами.

Цокольна частина стіни виконується із легких бетонних панелей.

В якості вікон використовуються металеві віконні панелі:

1. ОК1-2 м×2 м

2. ОК2-2 м×1 м

3. ОК3-1 м×2 м

Стекла, окантовані резиновим профілем, кріпляться в глухих панелях до несучої рами холодно гнутими штапиками.

Конструкція покрівлі цеху, що досліджується складається із основи, якою служить профільований настил Н60-845-0,8(ГОСТ24045-94)-60 мм.

Як несущі конструкції покриття приймається кроквяні ферми з паралельними поясами з прольотом 8,8 м (8 шт.)

Цементний розчин з керамзитовим піском М10-60 мм.

Шар руберойду РКП-350Б на гарячому бітумі.

Утеплювач ROCKWOLL-100 мм.

Цементний розчин з керамзитовим піском М10-0,30 мм.

2 шари руберойду марки РМ-420-0 на бітумній мастиці.

Для того щоб уникнути механічних ушкоджень поверх рулонного килима укладений шар гравію світлого типу-10 мм.

Задовольняючи технологічному процесу в даному пивоварному цеху запроектовані 3 види підлоги.

1.- Кахель керамічний на розчині;

- Стяжка із цементно-піщаного розчину;

-Гідроізоляція.

2.- Лінолеум на мастиці;

- Стяжка із легкого бетону;

- Гравій керамзитовий.

3.- Мозаїчне покриття;

- Гравій керамзитовий;

- Плита перекриття.

1.6. Теплотехнічний розрахунок огороджуючих конструкцій покриття

пиво варильного цеху.

Мета розрахунку: Визначити товщину утеплювача, металевої панелі для умов м. Миколаїв.

Вихідні дані: тришарова стінова панель складається із двох металевих профільованих листів та утеплювача з мінераловатної плити.

Відповідно до уніфікації товщина δ_2 повинна бути 50,75,100 мм. Розрахункова температура і відносна вологість приміщення:

$t_в$ = 22°С; $\varphi_в$ = 60 %;

Середня температура найбільш холодної доби – 30°С [6] .

$$\alpha_в = 8{,}7 \frac{Вт}{(м^2 °С)}$$

Потрібний опір теплопередачі огородження [7].

$$R_0^{потр} = \frac{n \cdot (t_в \cdot t_з)}{\Delta t^н \cdot \alpha_в};$$

n - коефіцієнт, який залежить від положення зовнішньої поверхні огородження пиво варильного цеху по відношенню до зовнішнього повітря, в даному випадку дорівнює 1 [7]

$t_в$, $t_з$ - відповідно розрахункові температури внутрішнього(приймають відповідно нормам проектуванням цехів харчової промисловості) та зовнішнього повітря [7],

$\Delta t^н$ - нормативний температурний перепад між температурою внутрішнього повітря і температурою внутрішньої поверхні охолоджуючої конструкції пиво варильного цеху [7],

$\alpha_в$ - коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні охолоджуючої конструкції пиво варильного цеху [7]

$$\Delta t^н = t_в - \tau_р = 22° - 2,6 = 19,4 ,$$

де

$\tau_р$ - температура внутрішньої поверхні огорожі пиво варильного цеху.

Коефіцієнт теплопровідності плити з мінеральної вати

$$\lambda_2 = 0,064 \frac{Вт}{(м^2 °C)}$$

Визначаємо потрібний опір теплопередачі огородження пиво варильного цеху [7]:

$$R_0^{потр} = \frac{n \cdot (t_в \cdot t_з)}{\Delta t^н \cdot \alpha_в} = \frac{1 \cdot (22 + 30)}{19,4 \cdot 8,7} = 0,308 \frac{м^2 °C}{Вт};$$

$$R_0^{потр} \cdot R_{ск} = 0,308 \cdot 1,3 = 0,404 \frac{м_2 °C}{Вт}.$$

Визначаємо товщину утеплювача [7]:

$$\delta_2 = \left[R_0^{потр} \cdot R_{ск}\right] \cdot \lambda = [0,404] \cdot 0,064 = 0,0568 \, м.$$

Загальний опір охолоджуючої конструкції пиво варильного цеху теплопередачі [7] :

$$R_0 = \frac{0,1}{0,064} = 1,56 \frac{м^2 °C}{Вт}.$$

Приймаємо товщину утеплювача 100 мм, так як виконується умова:

$$R_0^{ск} \geq R_0^{потр.} = 1,56 \triangleright 0,308 \frac{м^2 °C}{Вт}.$$

1.6.2. Розрахунок теплоізоляції покрівлі пиво варильного цеху.

Мета: Розрахувати теплоізоляцію для максимально невигідних температурних умов міста Миколаїв:

$t_в = 25°C$; $\varphi = 75\%$

Теплоізоляцію приймаємо з плит DACHROCK ИА

$h = 0,041 \frac{Вт}{м^2 C}$ - розрахунковий $\lambda = 0,052$.

Загальний опір охолоджуючої конструкції пиво варильного цеху теплопередачі[7] .

$$R = \frac{0,1}{0,052} = 1,92 \frac{м^2 °C}{Вт}.$$

Визначаємо термічний опір шарів теплоізоляції [7].

Пароізоляція $R_п = 0,009$, $S_п = 3,53 \left(\frac{Вт}{м^2 C} \right)$

Бітум 2 мм $R_б = 0,012$, $S_б = 4,56 \left(\frac{Вт}{м^2 C} \right)$

Утеплювач мінеральна вата DACHROCK ИА R_d = 1,92, S = 0,82 $\left(\frac{Вт}{м^2 С}\right)$

Цементна стяжка R_c = 0,032, S_c = 11,09 $\left(\frac{Вт}{м^2 С}\right)$

Розраховуємо термічний опір за формулою [7]:

$$R_i = \frac{\delta_i}{h_i}.$$

де

δ_i - товщина окремого шару теплоізоляційної конструкції;

h_i - коефіцієнт теплопровідності окремого шару теплоізоляційної конструкції.

Визначаємо теплову інерцію охолоджуючої конструкції в цілому [7]:

$$D = R_1 S_1 + R_2 S_2 + \ldots + R_n S_n,$$

де

R_1; R_2;..R_i... R_n-термічний опір окремих шарів огороджуючої конструкції,

S_1; S_2;..Si... S_n - розрахунковий коефіцієнт теплостійкості окремих шарів конструкції.

$$D = (0{,}009 + 3{,}53 + 0{,}012 \cdot 4{,}56) \cdot 5 + 1{,}92 \cdot 0{,}82 + 0{,}032 \cdot 11{,}09 = 2{,}36.$$

$$\alpha_в = 8{,}7 \quad t_в = 25°C \quad \tau_p = 20{,}5°C$$

Нормативний температурний перепад для цехів харчової промисловості [7]:

$$\Delta t_н °C = 0{,}8 \cdot (t_в - t_p) = 0{,}8 \cdot (25 - 20{,}3) = 3{,}76°C,$$

E = 23,76 мм.

Визначаємо точку роси [7]:

$$e_B = \frac{23{,}76 \cdot 75}{100} = 17{,}82.$$

Коефіцієнт теплопровідності конструкції [7]:

$$R_0^{потр.} = \frac{1 \cdot (25 + 27)}{3{,}76 \cdot 8{,}7} = 1{,}59 .$$

Товщина утеплювача, що забезпечує коефіцієнт теплопровідності конструкції [7]:

$$\delta = 0{,}052 \cdot \left(1{,}59 - \frac{8{,}7 + 23}{8{,}7 + 23} \right) = 0{,}074 \ м .$$

Приймаємо згідно рекомендацій [7] 0,1 м = 100 мм.

При вибраних розмірах утеплювача умови теплоізоляції будівлі цеху виконуються.

2. Дослідницько-конструктивний розділ.

2.1.Збір навантажень на поперечну раму та обґрунтування розрахункової схеми рамного поперечника.

На рис. 2.1. наведена конструктивна схема рамного поперечника пиво варильного цеху ВАТ «Янтар» в м. Миколаїв.

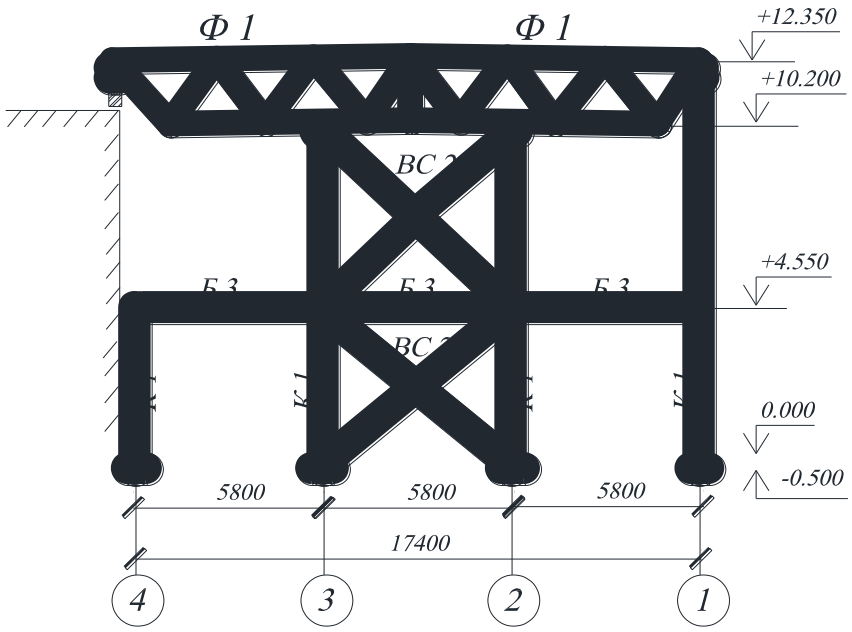


Рис.2.1. Конструктивна схема рамного поперечника пиво варильного цеху.

Збір навантажень виконуємо згідно ДБН В.1.2.-2:2006 Навантаження і впливи [3] та зводимо в таблицю 2.1.

1. Зосередження розрахункове навантаження у вузлі верхнього поясу ферми від постійного навантаження.

$$FP = \sum_i \gamma\ f_i \cdot g_i^н \cdot \frac{d_1 + d_2}{2} \cdot B,$$

де

$q_i^н$ - нормативне навантаження від покрівлі та конструкцій,

γf_i - коефіцієнт надійності,

d_1, d_2 - довжина панелей,

B - крок ферми.

Таблиця 2.1 Збір навантаження на покриття

№ п/п	Конструкція покриття	$g_н$	γf	g
1	Шар гравію на бітумній мастиці	0,4	1,3	0,52
2	3 шари руберойду РКП-35ОБ	0,15	1,3	0,195
3	Утеплювач DACHROCK-ИА 100мм	0,5	1,3	0,65
4	Шар руберойду РК-35ОБ	0,05	1,2	0,06
5	Металевий профнастил	0,2	1,1	0,22
6	Будівельна ферма	0,5	1,1	0,55
7	Всього	1,88		3,035

2. Снігове навантаження.

Зосереджене розрахункове навантаження у вузлі верхнього поясу ферми від ваги снігового покрову, кН

$$F_C = \gamma_f \cdot S_0 \mu \cdot \frac{d_1 + d_2}{2} \cdot B,$$

де

γ_f - коефіцієнт надійності снігового навантаження,

S_o - нормативне значення ваги снігу на 1 м^2 горизонтальної поверхні землі, для умов міста Миколаїв S_o=0,870 КПа [3].

μ - коефіцієнт переходу від ваги снігового покриття землі до снігового навантаження на покриття (залежить від куту нахилу покриття).

Для конструкції покрівлі пиво варильного цеху μ=1

$$F_C = 1,4 \cdot 0,87 \cdot 1 \cdot 2,9 \cdot 5,5 = 15,63 \text{ КН}$$

Вітрове навантаження (рис.2.2.) згідно [3]:

$$Q_A = \gamma_f \ \omega_0 \ KC_e^a \ B,$$

де

ω_0-нормативне значення вітрового навантаження для умов міста Миколаїв ω_0= 0,47 МПа [3].

К - коефіцієнт, який враховує зміну вітрового навантаження по висоті будівлі,

C_e^a - аеродинамічний коефіцієнт.

На лівій стороні рами водночас діє пасивний тиск вітру:

Корисна висота (на рівні ферм) пиво варильного цеху H_0 = 11,5 м (рис.2.1), відповідні коефіцієнти, що приймаються для висоти будівлі 10 і 20 метрів

$$K_{10} = 1 \qquad K_{20} = 1{,}25$$

Методом інтерполяції розраховуємо коефіцієнт для висоти будівлі 11,5м.

$$K_{11,5} = K_{10} + x$$

$$\frac{K_{20} - K_{10}}{10} = \frac{x}{1{,}5}$$

$$x = 1{,}0375$$

$$K_{екв.} = \frac{2\mu}{H_p^2} = \frac{2 \cdot \left(0{,}75 \cdot 5 \cdot 3{,}5 + \frac{1+0{,}75}{2} \cdot 5 \cdot 8{,}5 + \frac{1+1{,}0875}{2} \cdot 1{,}5 \cdot 10 \right)}{(11{,}5+1)^2} = 0{,}795$$

$\omega_0 = 0{,}3; \qquad C_e^a = +0{,}8; \qquad C_{e3}^H = -0{,}6$.

Таким чином нормативне вітрове навантаження

$$Q_A = 1{,}4 \cdot 0{,}47 \cdot 0{,}795 \cdot 0{,}8 \cdot 5{,}5 = 3{,}21 \frac{кН}{м}$$

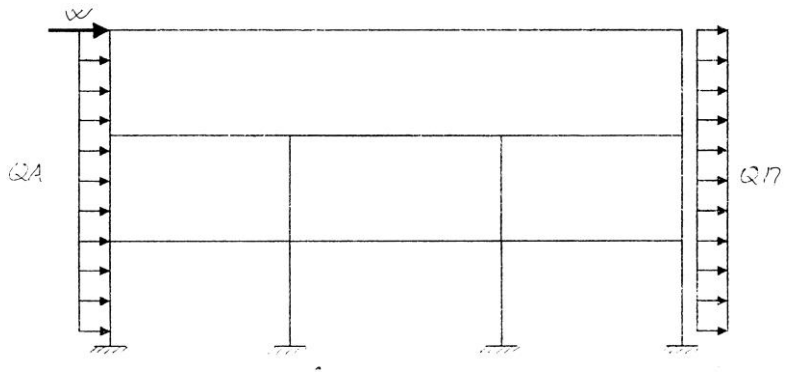


Рис.2.2. Визначення вітрового навантаження на рамний поперечник пиво варильного цеху.

Розрахункове зосередження навантаження від вітру на стояк рами, кН [3]:

$$W = \gamma_f \, \omega_0 \, \varphi_{екв} \, (C_e^{\,а} - C_{ез}^{\,н}) \, B,$$

де

$\varphi_{екв}$ – добуток висоти вантажної площі на середнє значення коефіцієнта зміни вітрового тиску через висоту будівлі;

γ_f – коефіцієнт надійності вітрового навантаження;

$C_e^{\,а}$, $C_{ез}^{\,н}$- аеродинамічні коефіцієнти з відповідними знаками;

B - крок ферми будівлі цеху.

$K_з$ - коефіцієнт, який враховує зміну вітрового навантаження по висоті будівлі розраховуємо методом інтерполяції для загальної висоти будівлі цеху Н=13,95 м (рис.2.1)

$\gamma_f = 1{,}4$; $\omega_0 = 0{,}3$; $l_1 = 20 - 10 = 10$ м;

$h_1 = 10$ м; $h_3 = 13{,}95$ м; $l_2 = 20 - 10 = 10$ м

$h_4 = 20$ м; $h_2 = 11{,}5$ м; $K_2 = 1{,}25$

$$K_3 = \frac{(1{,}25-1)\cdot(11{,}5-10)}{10} + 1 = 1{,}0375$$

$$K_4 = \frac{(1{,}25-1)\cdot(13{,}95-10)}{10} + 1 = 1{,}09875$$

відповідно:

$$\varphi_{екв.} = \frac{1{,}0375 + 1{,}09875}{2} \cdot (13{,}95 - 11{,}5) = 2{,}62 \; м$$

$$W = 1{,}4 \cdot 0{,}3 \cdot 2{,}62 \cdot (0{,}8 + 0{,}6) \cdot 5{,}5 = 8{,}5 кН$$

2.2. Аналітичний розрахунок металевої ферми.

На рис.2.3. наведена схема крокв'яної ферми покриття будівлі пиво варильного цеху

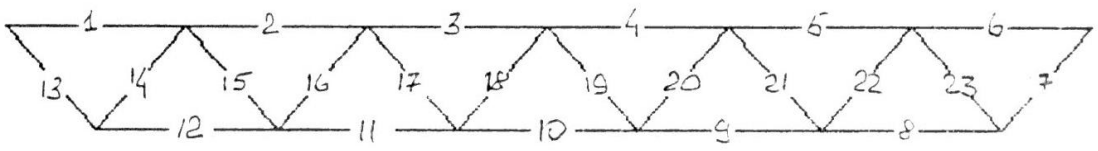


Рис.2.3. Схема крокв'яної ферми покриття будівлі пиво варильного цеху.

На основі зібраних навантажень складаємо програму "SCAD" і отримуємо рішення, яке наведено в таблиці 2.2.

Таблиці 2.2. Результати розрахунків в програмі "SCAD"

УСИЛИЯ В ЭЛЕМЕНТАХ Загружение 1 Страница 1

:Нэл: :		N/sigmaX	Qy/sigmaY	Qz/tauXY	Mкр/sigma1	My/sigma2	Mz/f1
1	н	-492.000	+7.160	+0.000	+0.000	+0.000	-31.681
1	к	-492.000	+1.310	+0.000	+0.000	+0.000	-14.024
2	н	-336.000	+4.682	+0.000	+0.000	+0.000	-14.024
2	к	-336.000	-1.618	+0.000	+0.000	+0.000	-7.131
3	н	-180.000	+4.783	+0.000	+0.000	+0.000	-7.131
3	к	-180.000	-1.217	+0.000	+0.000	+0.000	+0.000
4	н	-1.217	+180.000	+0.000	+0.000	+0.000	+0.000
4	к	-1.217	+60.000	+0.000	+0.000	+0.000	+720.000
5	н	-1.217	+60.000	+0.000	+0.000	+0.000	+720.000
5	к	-1.217	-60.000	+0.000	+0.000	+0.000	+720.000
6	н	-1.217	-60.000	+0.000	+0.000	+0.000	-720.000
6	к	-1.217	-180.000	+0.000	+0.000	+0.000	+0.000
7	н	-180.000	+1.217	+0.000	+0.000	+0.000	+0.000
7	к	-180.000	+1.217	+0.000	+0.000	+0.000	+4.869
8	н	-336.000	+1.681	+0.000	+0.000	+0.000	+4.869
8	к	-336.000	+1.681	+0.000	+0.000	+0.000	+12.433
9	н	-492.000	+3.804	+0.000	+0.000	+0.000	+12.433
9	к	-492.000	+3.804	+0.000	+0.000	+0.000	+28.552
10	н	-624.000	-3.517	+0.000	+0.000	+0.000	+28.302
10	к	-624.000	-3.517	+0.000	+0.000	+0.000	+13.473

УСИЛИЯ В ЭЛЕМЕНТАХ Загружение 1 Страница 2

:Нэл: :		N/sigmaX	Qy/sigmaY	Qz/tauXY	Mкр/sigma1	My/sigma2	Mz/f1
11	н	-624.000	-3.669	+0.000	+0.000	+0.000	+26.713
11	к	-624.000	-3.669	+0.000	+0.000	+0.000	+13.244
12	н	-312.000	-2.943	+0.000	+0.000	+0.000	+13.244
12	к	-312.000	-2.943	+0.000	+0.000	+0.000	+7.000
13	н	-312.000	-2.994	+0.000	+0.000	+0.000	+13.473
13	к	-312.000	-2.994	+0.000	+0.000	+0.000	-0.000
14	н	-3.372	+156.000	+0.000	+0.000	+0.000	-0.000
14	к	-3.372	-156.000	+0.000	+0.000	+0.000	+0.000
15	н	-2.647	+156.000	+0.000	+0.000	+0.000	+0.000
15	к	-2.647	-156.000	+0.000	+0.000	+0.000	-0.000
16	н	-2.123	+156.000	+0.000	+0.000	+0.000	+0.000
16	к	-2.123	-156.000	+0.000	+0.000	+0.000	-0.000
17	н	-6.401	+156.000	+0.000	+0.000	+0.000	+0.000
17	к	-6.401	-156.000	+0.000	+0.000	+0.000	-0.000
18	н	-3.456	-156.000	+0.000	+0.000	+0.000	+0.000
18	к	-3.456	-156.000	+0.000	+0.000	+0.000	-0.000
19	н	-0.464	+156.000	+0.000	+0.000	+0.000	+0.000
19	к	-0.464	-156.000	+0.000	+0.000	+0.000	-0.000

2.3. Підбір перерізів елементів крокв'яної ферми покриття будівлі пиво варильного цеху.

2.3.1. Обґрунтування конструктивної схеми ферми.

Приймаємо до проектування ферму, що виконана зі сталевих прямо шовних труб. У фермах з труб порівняно з фермами із загальних профілів при рівноцінних марках сталей і однакових умовах навантаження та експлуатації можлива економія сталі до 15.....20 %. Також, за рахунок скорочення обсягу зварних робіт трубчасті ферми мають меншу трудомісткість при виготовлені.

Приймаємо до використання в фермі, що досліджується, зварні прямошовні труби діаметром від 50 до 168 мм, товщиною 2..10 мм.

Матеріал труб ферми – Сталь Вст 3.

На рис. 2.4. наведена схема навантаження елементів ферми згідно розрахунків в програмі "SCAD" (таблиця 2.2).

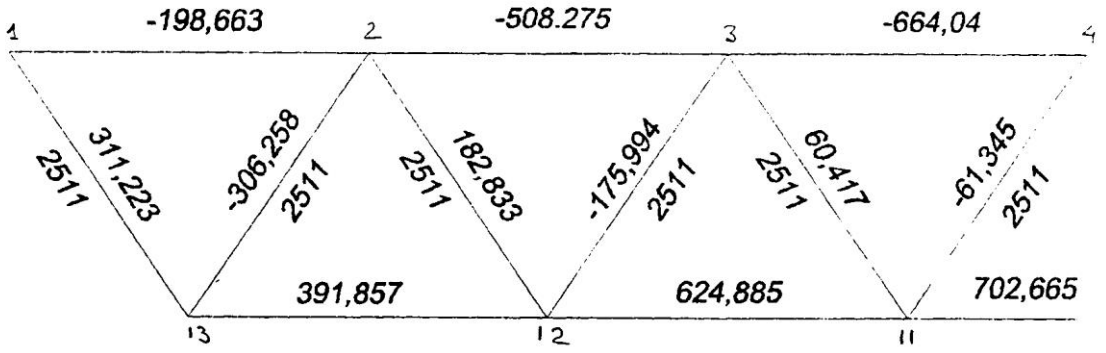


Рис.2.4. Схема навантаження елементів трубчатої ферми .

Визначаємо геометричні розміри розкосів трубчатої ферми.

$$l_{1-2} = 2{,}9 м$$

$$l_{13-2} = \sqrt{1{,}45^2 + 2{,}05^2} = 2{,}51 м$$

2.3.2.Розрахунок елементів верхнього поясу трубчатої ферми.

Так як верхній пояс стиснутий, розрахунок ведемо за формулами [9]:

Потрібна площа перерізу труби

$$A_{тр} = \frac{N_{ст}}{\gamma_c \cdot \varphi \cdot R_y} \cdot$$

$N_{ст}$ - розрахункове стискуюче зусилля в верхньому поясі ферми,

$N_{ст}$=664,04 кН (рис.2.4)

φ - коефіцієнт повздовжнього згину, що залежить від гнучкості;

γ_c – коефіцієнт приведеної довжини, для шарнірного спирання стержнів $\gamma_c = 1$;

R_y = 240 Мпа - розрахунковий опір матеріалу елементів ферми, в нашому випадку прямошовних труб Сталь Вст 3.

$$A_{тр} = \frac{664,04}{0,472 \cdot 24} = 57,78\ см^2,$$

Гнучкість стержня $\lambda = 110$, відповідно $\varphi = 0,478$.

Приймаємо трубу згідно ГОСТ 8732-78 безшовну гаряче деформовану з наступними характеристиками:

Зовнішній діаметр $D_н$= *168 мм;*

Товщина стінок S=12 мм;

Площа перерізу $A_{тр}$=58,84 см^2

Перевіряємо умову стійкості [9]:

Напруження, що виникають в стрижнях, не повинні перевищувати напружень, які виникають від критичної сили R_y, при дії якої стійка форма рівноваги стрижні переходить в нестійку.

$$\sigma = \frac{N_{ст}}{\varphi \cdot A} \le R_y,$$

$$\sigma = \frac{664,04}{0,478 \cdot 58,8} = 23,6 \frac{кН}{см^2} \le 24 \frac{кН}{см^2},$$

Відносне недонавантаження $\frac{24-23{,}6}{24}\cdot 100\,\% = 1{,}66\,\%$ - умова стійкості виконується.

2.3.3.Розрахунок елементів нижнього поясу трубчатої ферми.

Ніжній пояс розрахуємо за формулами [9] для розтягнутих стрижнів - труб:

Необхідна площа стержня – труби при розтягу:

$$A_{mp} = \frac{N}{\gamma_c \cdot R_y},$$

γ_c = 0,95 - коефіцієнт умов роботи для розтягнених елементів.

R_y = 24 МПа – границя міцності матеріалу труб Сталь Вст 3при розтягу.

Розрахункове зусилля N = 702.665 кН (рис.2.4).

Розрахуємо потрібну площу перерізу:

$$A_{mp} = \frac{702{,}665}{0{,}95\cdot 24} = 30{,}8\,см^2,$$

Приймаємо трубу згідно ГОСТ 8732-78.

безшовну гаряче деформовану з наступними характеристиками:

Зовнішній діаметр $D_н$= *168 мм;*

Товщина стінок S=6 мм;

Площа перерізу A_{mp}=30,53 см^2

Перевіряємо умову міцності при розтягу, при якій розрахункове напруження в стержні не повинне перевищувати границю міцності матеріалу

$$\sigma = \frac{N}{A_{mp}} = \frac{702{,}665}{30{,}5} = 23\frac{кН}{см^2} \le 24\frac{кН}{см^2},$$

Відносне недонавантаження $\frac{24-23}{24}\cdot 100\,\% = 4{,}1\,\%$, що є допустимим, тобто умова міцності виконується.

2.3.4. Розрахунок елементів решітки трубчатої ферми.

1. Розглядаємо стержень 13-2, який є стиснутим

Розрахункове зусилля N_{13-2} = 306,258 кН (рис. 2.2)

Потрібна площа перерізу труби при стисканні [9].

$$A_{тр} = \frac{N_{13-2}}{\gamma_c \cdot \varphi \cdot R_y},$$

гнучкість λ = 100, відповідно коефіцієнт повздовжнього згину, що залежить від гнучкості φ = 0,542

Площа перерізу труби

$$A_{тр} = \frac{306,258}{0,542 \cdot 24} = 23,5\ см^2$$

Приймаємо трубу згідно ГОСТ 8732-78.

Зовнішній діаметр $D_н$= *102 мм;*

Товщина стінок S=8 мм;

Площа перерізу $A_{тр}$=*23,64* $см^2$

Перевіряємо умову стійкості, тобто напруження, що виникають в стрижнях, не повинні перевищувати напружень, які виникають від критичної сили R_y, [9]:

$$\sigma = \frac{306,258}{0,542 \cdot 23,6} = 23,9 \frac{кН}{см^2} \le 24 \frac{кН}{см^2},$$

Відносне недонапруження $\frac{24 - 23,9}{24} \cdot 100\ \% = 0,42\ \%$ - що є допустимим,

тобто умова стійкості виконується.

2.Стержень12-3.

Стержень є стиснутим, використовуємо умови міцності при стисканні [9]:

Розрахункове зусилля $N_{12\text{-}3}$ = 175,99 кН (рис.2.2).

Площа перерізу труби з умов міцності при стисканні

$$A_{тр} = \frac{N_{12-3}}{\gamma_c \cdot \varphi \cdot R_y},$$

$$A_{тр} = \frac{175{,}994}{0{,}542 \cdot 24} = 13{,}53\ см^2$$

Приймаємо трубу згідно ГОСТ 8732-78

Зовнішній діаметр $D_н$= *89 мм;*

Товщина стінок *S=5 мм*;

Площа перерізу *A=12,2* $см^2$

Перевіряємо умову міцності при стисканні [9]:

$$\sigma = \frac{175{,}994}{0{,}542 \cdot 13{,}2} = 24{,}3 \frac{кН}{см^2} \rhd 24 \frac{кН}{см^2},$$

Перевантаження складає $\frac{24 - 24{,}3}{24} \cdot 100\,\% = -1{,}25\,\%$ що є допустимим, тобто умова міцності виконується незважаючи на перевантаження стержня [9].

3.Стержень 11-4

Стержень 11-4 стиснутий, тому використовуємо умови міцності при стисканні [9]:

Площа перерізу труби з умов міцності при стисканні

$$A_{тр} = \frac{N_{11-4}}{\gamma_c \cdot \varphi \cdot R_y},$$

Розрахункове зусилля N_{11-4} = 61,345 кН (рис. 2.2)

$$A_{тр} = \frac{61{,}345}{0{,}542 \cdot 24} = 4{,}7\ см^2$$

Приймаємо трубу згідно ГОСТ 8732-78.

Зовнішній діаметр $D_н$= *57 мм;*

Товщина стінок *S=3,5 мм*;

Площа перерізу $A=5{,}89\ см^2$

Перевіряємо умову міцності при стисканні [9]:

$$\sigma = \frac{61{,}345}{0{,}542 \cdot 5{,}89} = 19{,}2 \frac{кН}{см^2} \lhd 24 \frac{кН}{см^2},$$

Відносне недонапруження $\frac{24 - 19{,}2}{24} \cdot 100\ \% = 20\ \% \rhd 5\ \%$ - умова міцності виконується [9].

4. Стержень13-1

Розрахункове зусилля N_{13-1} = 311,223 кН (рис. 2.2)

Стержень розтягнутий тому розраховуємо за формулами [9] для розтягнутих стрижнів:

Необхідна площа стержня при розтягу

$$A_{тр} = \frac{N_{13-1}}{\gamma_c \cdot R_y},$$

$$A_{тр} = \frac{311{,}223}{0{,}95 \cdot 24} = 13{,}1\ см^2$$

Приймаємо трубу згідно ГОСТ 8732-78

Зовнішній діаметр $D_н$= *89 мм;*

Товщина стінок *S=5 мм*;

Площа перерізу $A=13{,}2\ см^2$

Перевіряємо умову міцності при розтягу [9]:

$$\sigma = \frac{311{,}223}{13{,}6} = 23{,}6 \frac{кН}{см^2} \lhd 24 \frac{кН}{см^2},$$

Відносне недонапруження $\frac{24 - 23{,}6}{24} \cdot 100\,\% = 1{,}06\,\% \lhd 5\,\%$ - умова міцності виконується [9].

5. Стержень 12-2

Розрахункове зусилля $N_{12\text{-}2}$ = 391,857 кН (рис. 2.2)

Стержень розтягнутий тому розраховуємо за формулами [9] для розтягнутих стрижнів:

Необхідна площа стержня при розтягу

$$A_{тр} = \frac{N_{12-2}}{\gamma_c \cdot R_y},$$

$$A_{тр} = \frac{391{,}857}{0{,}95 \cdot 24} = 17{,}2\ см^2.$$

Приймаємо трубу згідно ГОСТ 8732-78.

Зовнішній діаметр $D_н$= *102 мм;*

Товщина стінок *S=8 мм*;

Площа перерізу *A=18,9* $см^2$

Перевіряємо умову міцності при розтягу

$$\sigma = \frac{391{,}857}{18{,}9} = 22{,}7 \frac{кН}{см^2} \lhd 24 \frac{кН}{см^2},$$

Відносне недонапруження $\frac{24 - 22{,}7}{24} \cdot 100\,\% = 4{,}9\,\% \lhd 5\,\%$ - умова міцності виконується [9].

6. Стержень 11-3.

Розрахункове зусилля $N_{11\text{-}3}$ = 60,417 кН (рис.2.2)

Стержень розтягнутий тому розраховуємо за формулами [9] для розтягнутих стрижнів:

Необхідна площа стержня при розтягу

$$A_{тр} = \frac{N_{11–3}}{\gamma_c \cdot R_y},$$

$$A_{тр} = \frac{60,417}{0,95 \cdot 24} = 2,65\ см^2.$$

Приймаємо трубу згідно ГОСТ 8732-78

Зовнішній діаметр $D_н$= *57 мм;*

Товщина стінок *S=3,5 мм*;

Площа перерізу *A=5,89 см*^{2}

Перевіряємо умову міцності при розтягу :

$$\sigma = \frac{60,417}{5,89} = 10,4 \frac{кН}{см^2} \lhd 24 \frac{кН}{см^2},$$

Відносне недонапруження $\frac{24-10,4}{24} \cdot 100\ \% = 56\ \% \rhd 5\ \%$ - умова міцності виконується [9], при цьому стержень недовантажений.

2.4. Комп'ютерне моделювання та оптимізація металоконструкції крокв'яної трубної ферми.

Для кроквяної ферми Ф-1(рис.2.4) виконуємо порівняння розрахунків та доцільність використання обраних сортаментних труб в програмі "SCAD" та розрахунків і проектування з використанням більш потужного програмного комплексу "SolidWorks" .

Метою досліджень є оптимізація маси виробу Ф-1 зі збереженням допустимих параметрів стійкості та міцності елементів ферми.

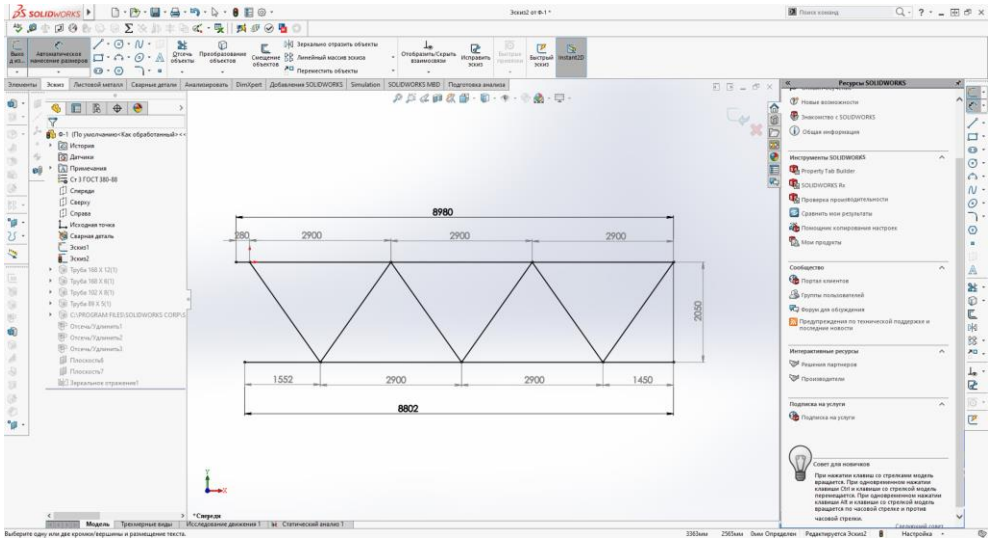


Рис.2.5. Геометрична схема кроквяної ферми,яка побудована САПР «Solid works.»

З урахуванням зібраних навантажень (таблиця 2.1), складаємо розрахункову схему ферми в середовищі САПР «Solid works» (рис.2.6).

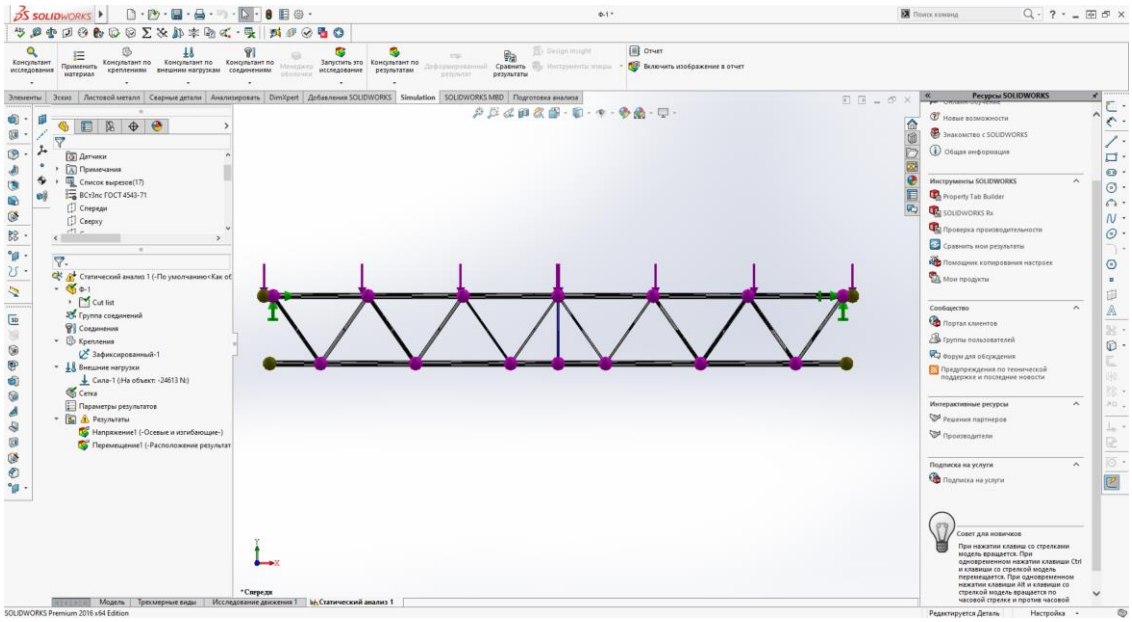


Рис.2.6. Розрахункова схема трубної ферми в середовищі САПР «Solid works».

Результати комп'ютерного моделювання ферми в середовищі САПР «Solid works 2013» наведено на рис.2.6, 2.7, 2.8, 2.9.

В повному обсязі розрахунки, на підставі яких побудовано епюри на рис.2.7, 2.8, 2.9, 2.10, наведено в додатках.

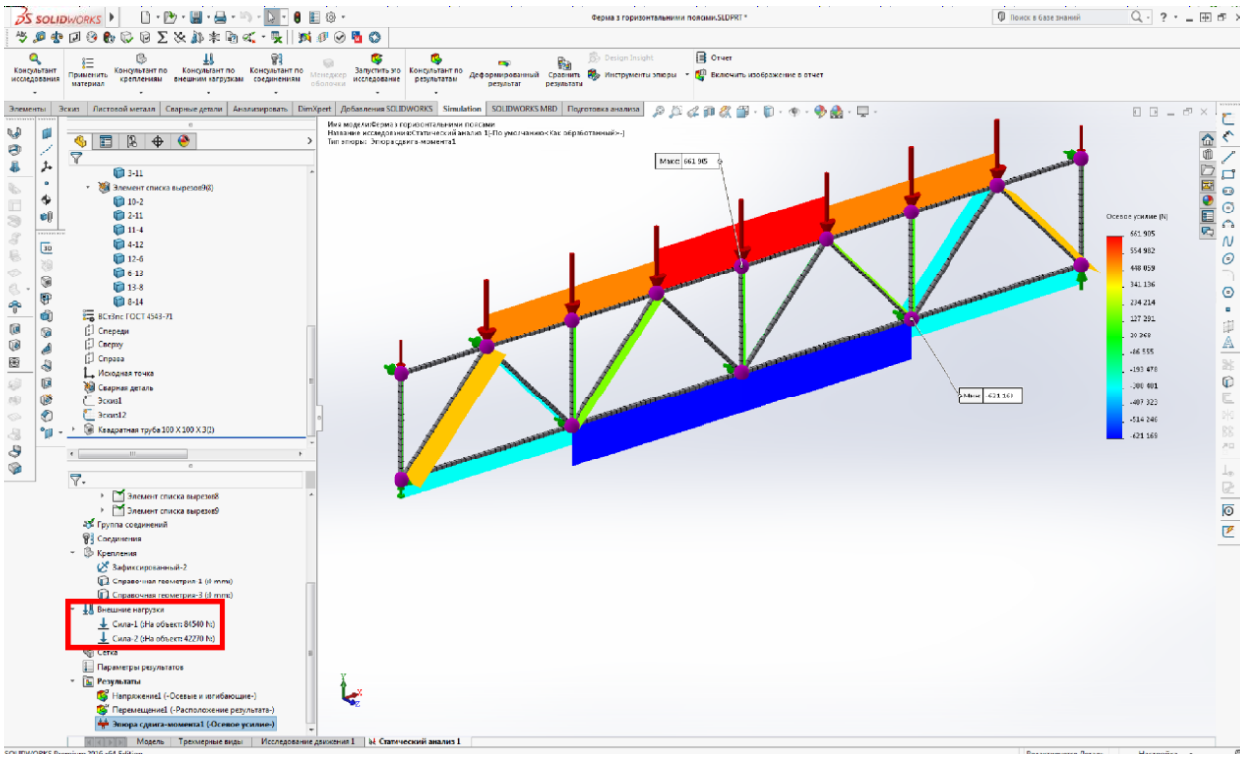


Рис. 2.7. Епюра зусиль в елементах трубної ферми.

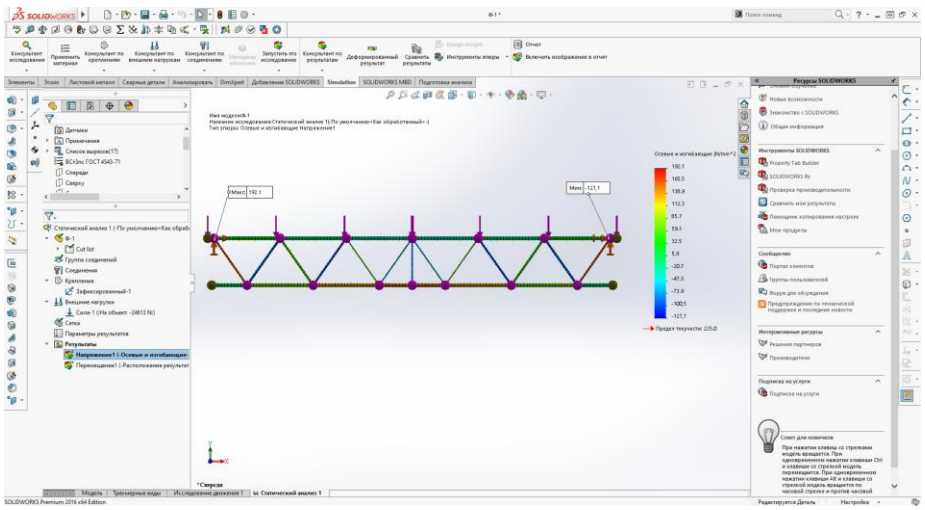


Рис. 2.8. Епюра напружень елементів трубної ферми.

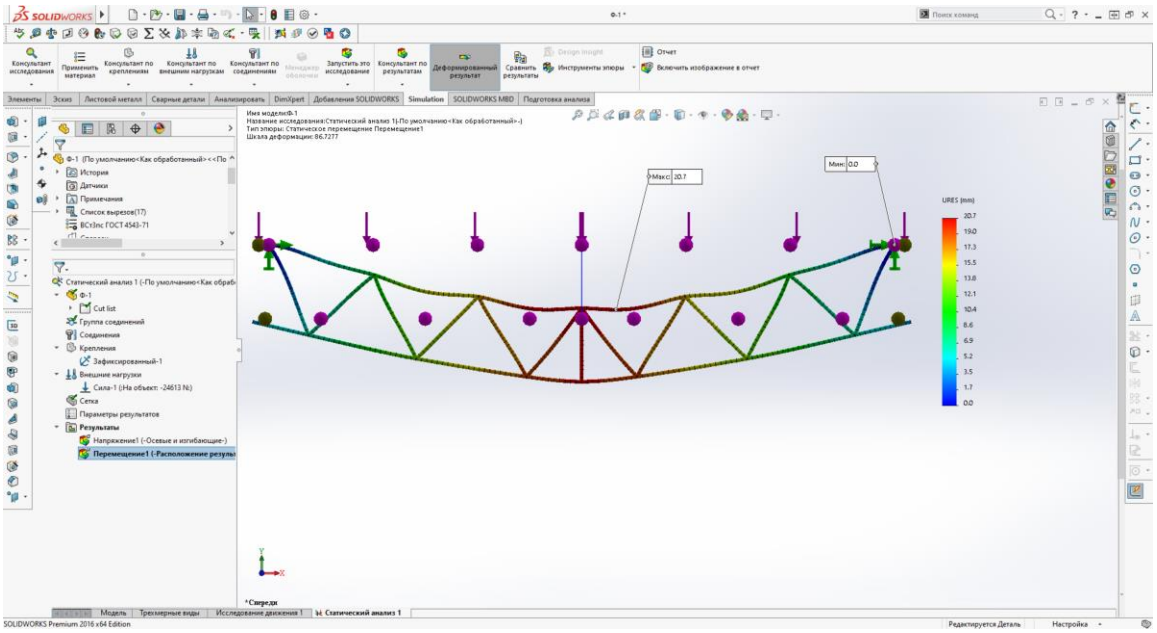


Рис.2.9. Епюра деформації трубної ферми.

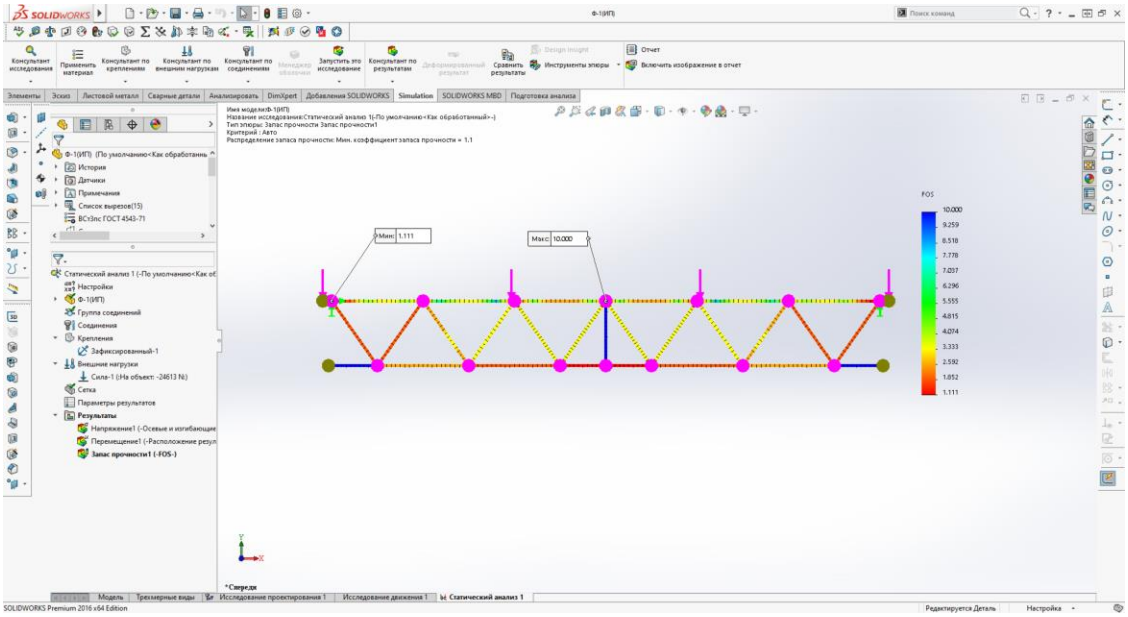


Рис.2.10. Результати визначення коефіцієнту запаса міцності деталей трубної ферми.

Аналіз результатів комп'ютерного моделювання:

Максимальне розтягуюче зусилля , яке діє на стержні нижнього поясу складає 621 КН, максимальне стискаюче зусилля, яке діє на стержні верхнього поясу становить 661 КН, що відповідає результатам, визначених в програмі "SCAD".

Максимальна деформація складає 0,0202 мм, згідно «Таблиць навантажень» наведених на сайті prolyte.com и stagemarket.ru. та [10], мінімальні допустимі прогини ферм довжиною до 12 м в залежності від форми навантажень складають 0,212 м, тобто умови цілістності конструкції за другою групою граничних станів виконуються.

Аналіз досліджень показав, що для розкосу 12-3 ферми, який при перевірці виконання умов міцності був перевантажений на 1,25% має місце недостатній коефіцієнт запасу міцності, значення якого складає 1,11 при допустимих значеннях коефіцієнту запасу міцності 1,2. В той же час для центрального стояка ферми, який був навантажений лише на 56% має місце недонапруження, відповідно значення коефіцієнта запасу міцності для нього складає 10, що перевищує допустимі значення у 8 разів.

Тому було прийнято рішення підібрати перерізи елементів ферми, які забезпечуть необхідний запас міцності, та знизити масові характеристики найбільш недовантажених деталей ферми для оптимізації конструкції.

Для підбора оптимальних варіацій використовуємо уліту «Дослідження проектування», в якій задаємо бажані характеристики елементів ферми, а саме мінімальне значення коефіцієнта запасу міцності 1,21.

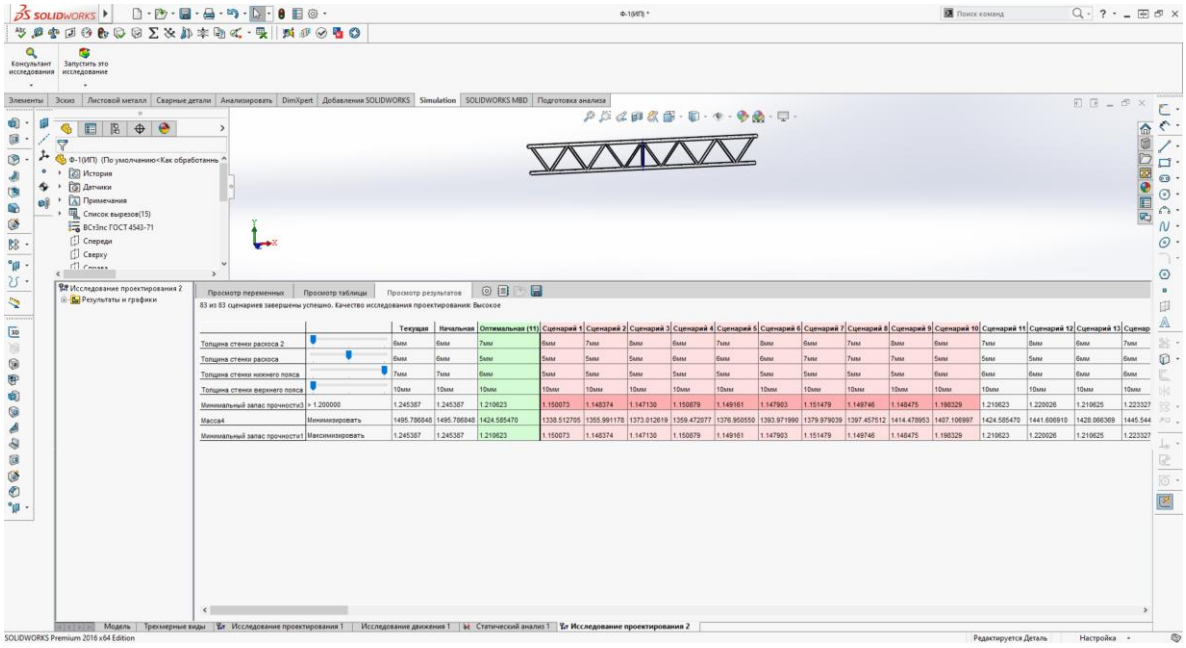


Рис.2.11.Використання уліти «Дослідження проектування» для підбора оптимальних варіацій перерізів трубної ферми.

Проаналізувавши результати використання уліти «Дослідження проектування» для підбора оптимальних варіацій перерізів вибираємо оптимальну варіацію (рис.2.12)

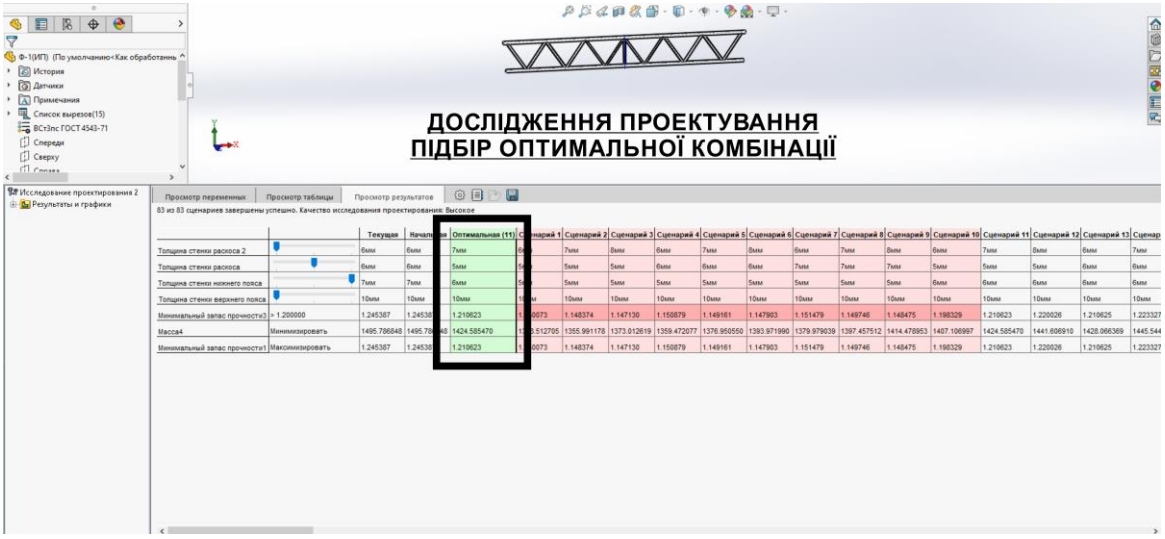


Рис.2.12. Вибір оптимальної варіації переризів елементів ферми.

Таким чином приймаємо наступну варіацію перерезів труб ферми:

Товщина стінки труби розкоса 2 – 7 мм;

Товщина стінки труби розкоса – 5 мм;

Товщина стінки труби нижнього поясу—6 мм;

Товщина стінки труби верхнього поясу—10 мм.

Наведена варіація перерезів елементів ферми забезпечить коефіцієнт запасу міцності 1,21, що відповідає допустимим значенням [10].

Використовуєм уліту «Дослідження проектування» для підбора оптимальних варіацій перерізів елементів ферми з урахуванням забезпечення значення коєфіцієнта запасу міцності 1,21 та мінімізації маси ферми.

Результати вибору оптимальних перерізів елементів ферми наведено на рис. 2.13 та в табл.2.3.



Рис.2.13. Результати вибору оптимізованних перерізів труб елементів ферми.

Табл.2.3. Результати вибору оптимізованних перерізів елементів ферми

Елемент	Переріз до оптимізації	Переріз після оптимізації
1	168x12	168x10
2	102x8	102x6
3	89x5	89x7

З метою забезпечення цілосності ферми, що досліджується, за першою та другою групами граничних станів, виконуємо комп'ютерне моделювання ферми з оптимізованими перерізами. Результати розрахунків наведено в додатках та на рис.2.14,2.15, 2.16

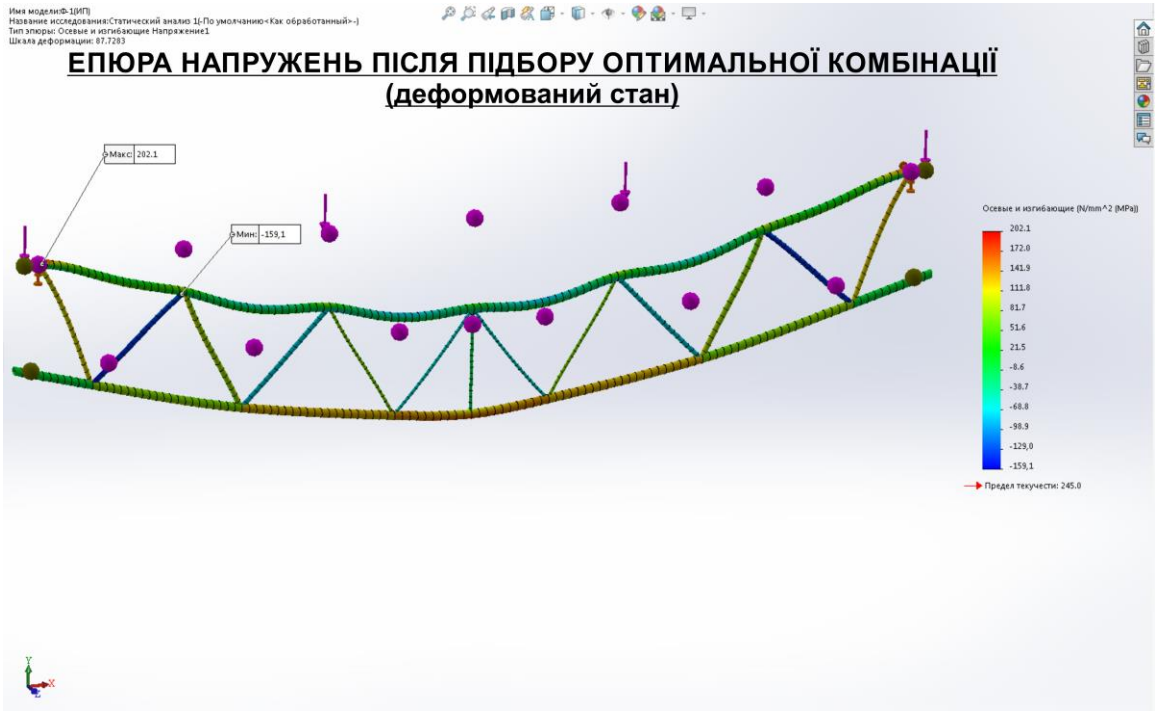


Рис.2.14. Епюра напружень в деталях ферми після підбору оптимальної комбінації перерізів труб

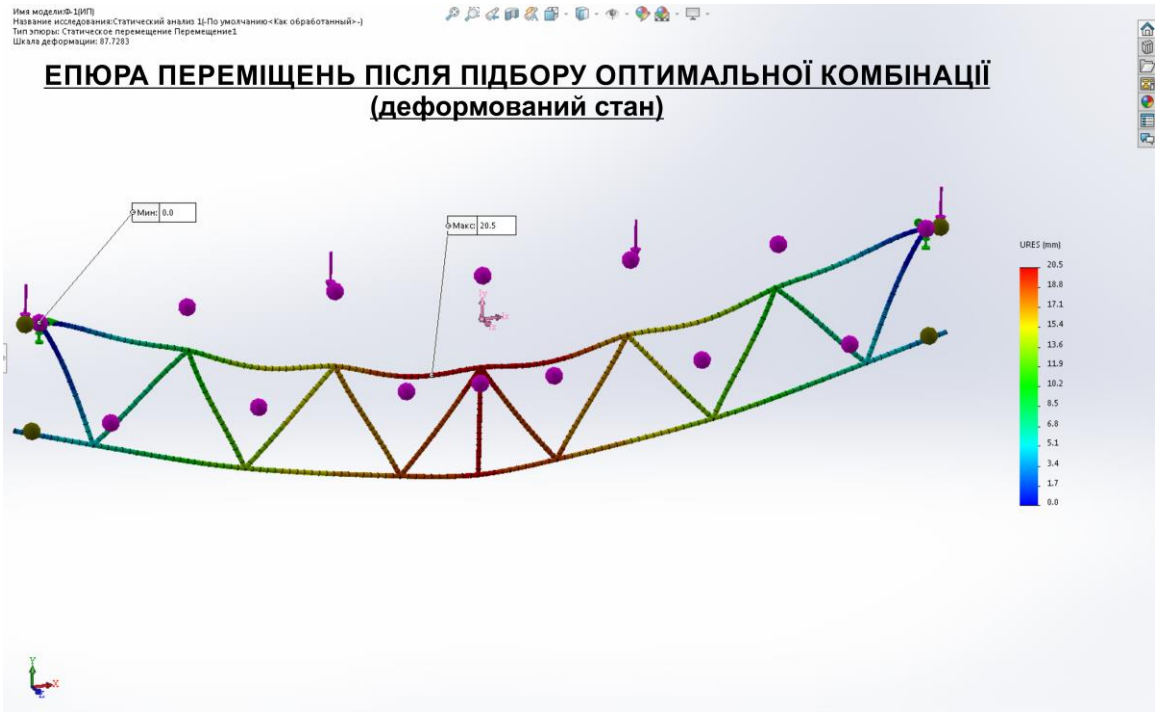


Рис.2.15. Епюра переміщень ферми після підбору оптимальної комбінації перерізів труб

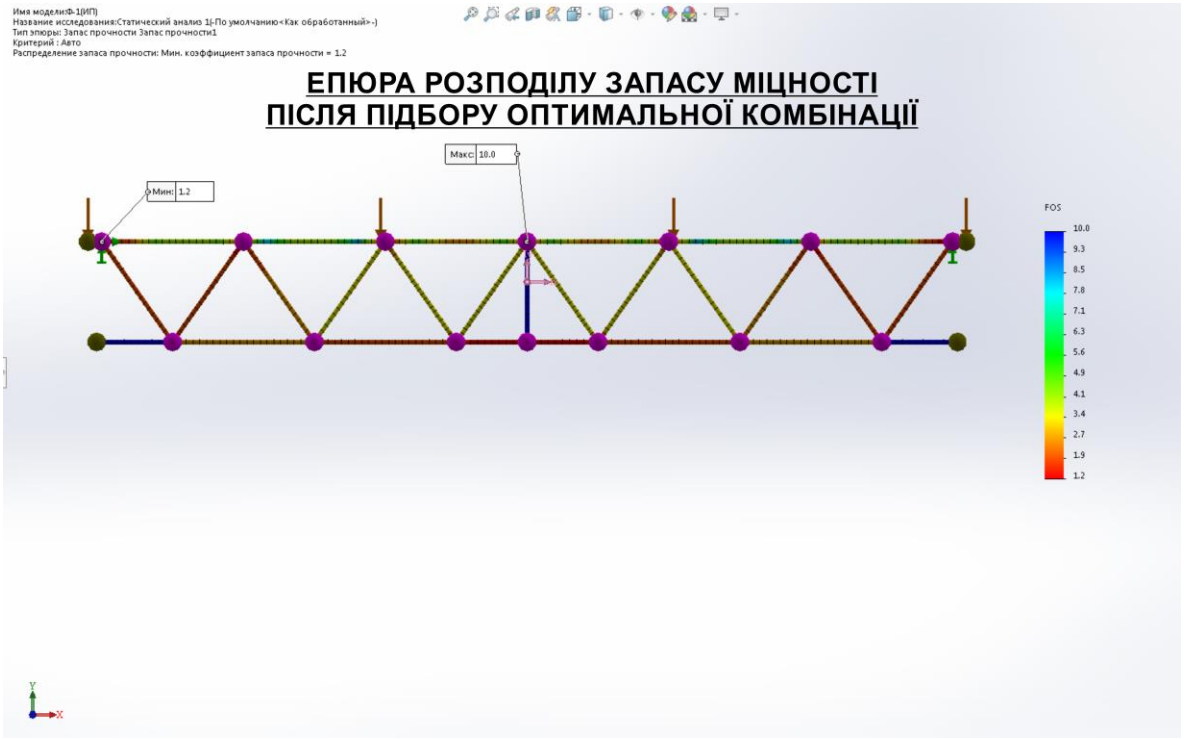


Рис.2.16. Епюра розподілу запасу міцності елементів ферми після підбору оптимальної комбінації перерізів труб.

Аналіз результатів комп'ютерного моделювання ферми з оптимізованими перерізами труб свідчить:

Максимальне напруження в елементах ферми складає 202,5 Мпа, при допустимих значеннях напруження 225 Мпа, таким чином умови міцності за першою группою граничних станів виконуються;

максимальна деформація ферми має місце в центрі і складає 0,0205м, згідно «Таблиць навантажень» наведених на сайті prolyte.com и stagemarket.ru та за [10] мінімальні допустимі прогини ферм довжиною до 12 м в залежності від форми навантажень складають 0,212 м, тобто умови цілістності конструкції за другою групою граничних станів виконуються;

значення мінімального коефіцієнту запасу міцності для єлементів ферми складає 1,2, що відповідає умовам міцності [10].

На рис.2.17 наведено масові характеристики ферм до оптимізації та після оптимізації.

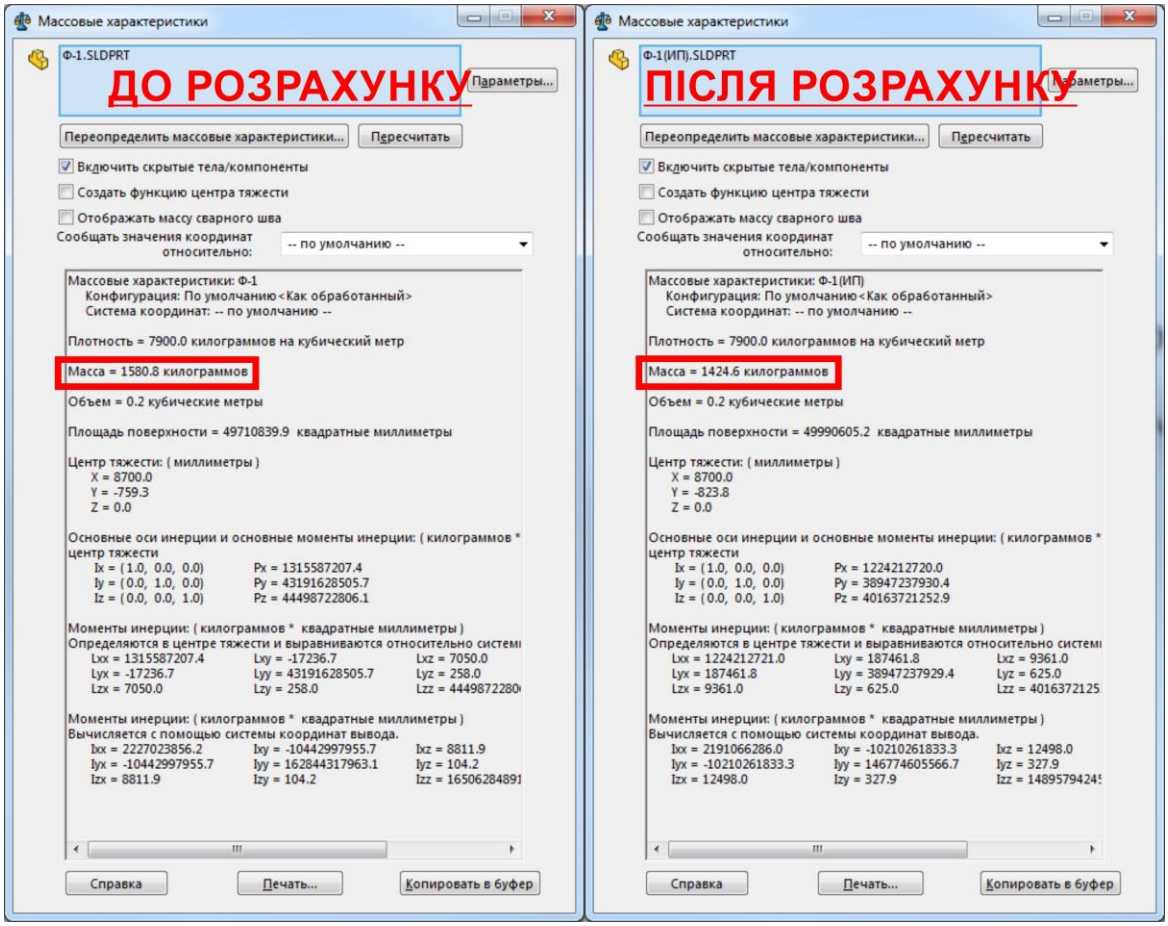


Рис.2.17. Масові характеристики ферми до та після оптимізації .

Аналіз наведених характеристик показує, що до оптимізації маса ферми складала 1580, 8кг, а виконані дослідження та проведена оптимізація перерізів труб дозволила знизити масу ферми до 1424,6 кг, тобто на 156,2 кг, або на 9,8%.

Таким чином завдання оптимізації параметрів металевої ферми виконано.

Оптимізована конструкція ферми прийнята для подальшого проектування.

2.5. Розрахунок вузлів спряження ферми.

2.5.1. Обгрунтування конструктивної схеми спряження.

На рис.2.18 наведена конструкція вузла спряження вузла ферми.

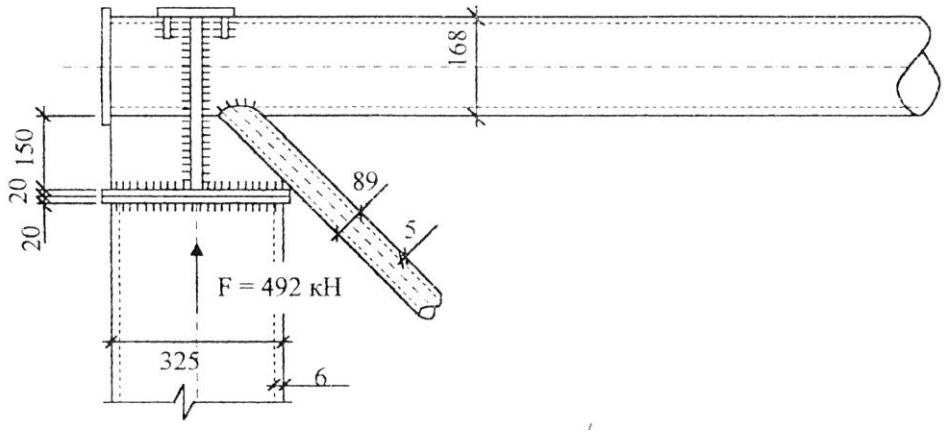


Рис. 2.18. Конструкція вузлів спряження вузла ферми з трубного сортаменту

2.5.2. Розрахунок зварних швів.

Виконуємо розрахунок зварних швів за [10]

Катет шва [10]

$$Kf_{1-13} = \frac{N_{\max}}{l_{wf} \cdot B_f \cdot R_{wf} \cdot \gamma_{wf}} = \frac{311{,}04}{31{,}4 \cdot 0{,}7 \cdot 18 \cdot 1} = 0{,}98\ см \Rightarrow K_f = 6\ мм$$

Інші катети приймаємо конструктивно розміром 4 мм.

2.5.3. Розрахунок опорної плити вузла обпирання ферми.

Приймаємо обпирання верхнього поясу ферми згідно рис.2.19.

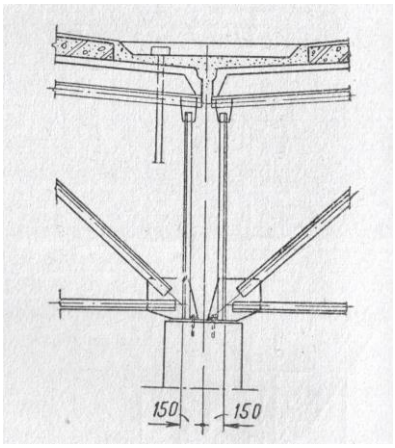


Рис.2.19. Обпирання кроквяної ферми на колону.

Опорна плита кріпиться до колони анкерними болтами діаметром 20—24 мм. Розміри плити визначаємо, виходячи з розрахункового опору стискання матеріалу опори.

Приймаємо в якості матеріалу опори конструкційну сталь Ст.4 з границею міцності R_y=21 кН/см^2

Згинаючий момент для плити (рис.2.19) [10]:

$$M = \beta \cdot \sigma \cdot \alpha^2 = 0{,}112 \cdot \frac{1{,}2 \cdot F}{b^2} \cdot 13^2 = 10{,}5\ кН \cdot см,\ \beta = 0{,}112.$$

Напруження, що діють в перезі плити:

$$\sigma = \frac{1{,}2 \cdot F}{b^2} = \frac{1{,}2 \cdot 492}{28} = 0{,}75\ \frac{кН}{см^2}.$$

Товщина плити

$$t_{пл} = \sqrt{\frac{6 \cdot M}{R_y \cdot \gamma_c}} = \sqrt{\frac{6 \cdot 10{,}5}{21 \cdot 1{,}1}} = 1{,}83\ см,$$

приймаємо $t_{пл}$ = 20 мм, що відповідає рекомендаціям [10].

Катет зварного шва.

$$K_f \geq \frac{1{,}2 \cdot F}{4 \cdot \beta_f \cdot l_{wf} \cdot R_{wf} \cdot \gamma_{wf}} = \frac{1{,}2 \cdot 492}{4 \cdot 0{,}7 \cdot 15 \cdot 18 \cdot 1} = 0{,}57\ мм,$$

приймаємо K_f = 6 мм.

2.5.4. Розрахунок верхнього монтажного стику ферми.

На рис. 2.20 наведена конструкція монтажного стику [10], в якій задіяне основне правило стикування: площа перерізу стикових елементів повинна бути не меньше площі перерізу елементів, які пристиковуються.

Використовуємо зварний стик, при якому фасоні деталі приварюються до з'єднувальних напівферм, а потім кріпляться болтами.

Розрахунок монтажного стику ферми зводиться до вибору необхідної кількості болтів.

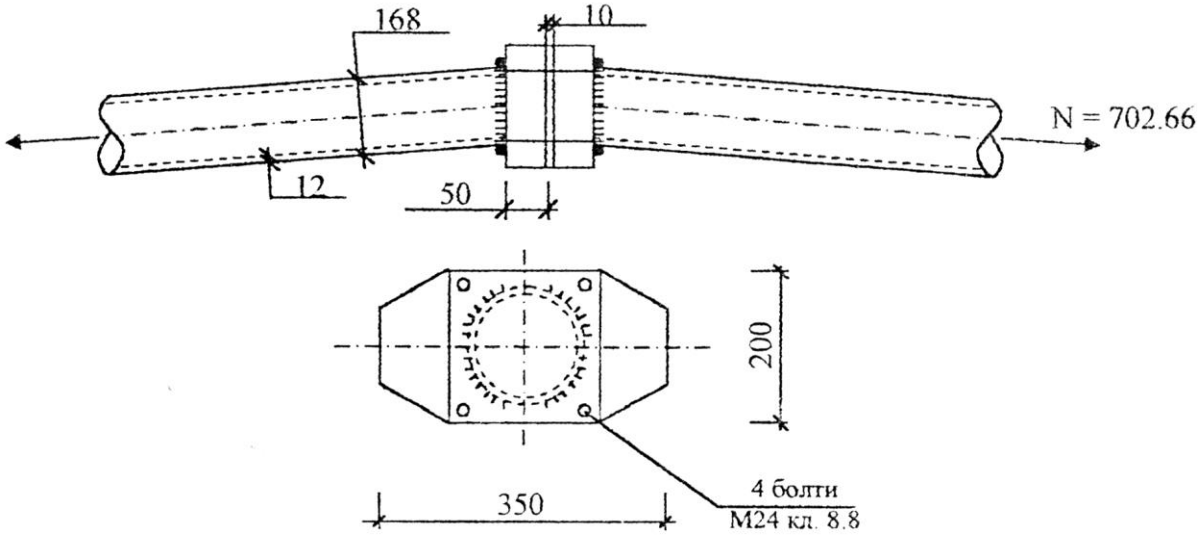


Рис.2.20. Конструкція верхнього монтажного стику ферми.

Приймаємо до установки болт класу 8,8 з розрахунковим опором розтягу:

$$R_{bt} = 40\ \frac{кН}{см^2}$$, таблиця 2.13 [10].

Необхідна площа болтів з умови міцності при розтягу:

$$A_{bn} = \frac{N_{11-10}}{4 \cdot R_{bt}} = \frac{702{,}66}{4 \cdot 40} = 3{,}28\ см^2$$

Приймаємо 4 болти ∅ 24 мм; A_{bn} = 3.92 см^2;

Отвори бід болти приймаємо на 3мм більше ∅ 27 мм, враховуючи неточності при закладці останніх.

2.6. Підбір перерізу колони.

2.6.1.Обгрунтування можливості використання трубобетонних конструкцій в якості колон будівлі.

Проектуємо колони будівлі пиво варильного цеху з трубо бетону тобто із металевих труб, заповнених бетоном. Особливості структури, використання та розрахунків трубобетонних конструкцій наведено в [11, 12,13]. Вони представляють собою один із не багатьох прикладів, коли бетон і сталь взаємно і суттєво підвищують несучу здатність один одного і всього елемента в цілому. В трубобетонних конструкціях ефективно використовуються специфічні властивості застосовуваних матеріалів, що призводить до значної економії матеріалів та зменшення маси, а також витрат на транспорт.

Металева труба- оболонка в трубобетоні виконує одночасно функції як поперечного так і поздовжнього. Вона сприймає зусилля під будь-яким кутом і по всіх напрямках. Бічний тиск труби перешкоджає інтенсивному розвитку мікротріщин розриву в бетонному ядрі, яке в умовах всебічного обтиску витримує напруження, що значно перевищують призмову міцність бетону.

Трубобетонні конструкції надійні в експлуатації. В граничному стані вони не втрачають несучу здатність миттєво, як залізобетоні конструкції, а тривалий час здатні витримувати навантаження при значних деформаціях.

Трубобетонні елементи мають всі переваги раціональних трубчастих металевих конструкцій, при тому що трубчастий профіль сьогодні вважають найефективнішим. Він потребує мінімальної кількості зварних робіт і додаткових елементів. Внутрішня поверхня труб надійно захищає від корозії бетон. Досвід проектування та будівництва, показує, що завдяки використанню трубобетону досягається економія матеріалів, працевтрат і вартості будівельних робіт [11].

Використання трубобетонних конструкцій надає можливість значного зниження маси їх елементів у порівнянні з конструкціями з залізобетону та металу, та простого компонування конструкцій з трубобетонних елементів [11].

Трубобетонні конструкці за несучою здатністю, виробничим перевагам і експлуатаційним якостям ї не поступаються залізобетонним і металевим, при тому, що їх вартість набагато менша вартості останніх. Використання трубобетонних конструкцій значно простіше залізобетонних, так як спрощується задача зборки конструкцій [11].

Розміри трубобетонних конструкцій призначаються з урахуванням вимог уніфікації, стандартизації і модульності.

Найбільш раціонально використовувати трубобетоні конструкції в якості центрально-стиснених та позацентрово стиснених колон.

Такі колони постійного перерізу найбільш доцільні в каркасах одноповерхових виробничих будинків, таких як пиво варильний цех, що розглядається.

2.6.2. Особливості розрахунку позацентрово-стиснутої трубобетонної колони.

При розрахунку позацентрово-стиснутої трубобетонної колони необхідно визначити параметри її перерізу (рис.2.21)

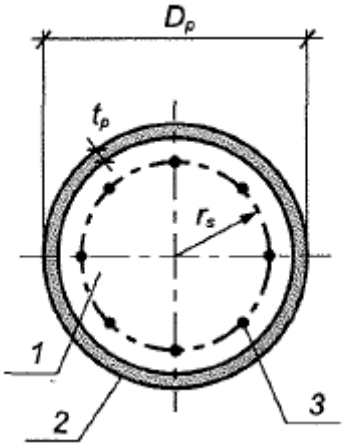


Рис.2.21. Розрахункова схема трубо бетонної колони:

1- бетонне ядро; 2 – труба: 3 – повздовжня арматура

Послідовність розрахунків позацентрово-стиснутих трубобетонних колон наведені в [12,13] та зводиться до наступного:

суцільні колони розраховуються як позацентрово стиснені сталеві колони (при цьому переріз умовно розглядається як сталевий);

при визначенні площі поперечного перерізу та моменту інерції ураховується коефіцієнт ефективності сумісної роботи бетону в трубі;

у колонах із суцільним перерізом стінка призначається і розраховується на стійкість аналогічно з металевими. Її товщина, як правило, приймається не менше 8 мм. Стінка зміцнюється поздовжньою і поперечною арматурою, якщо цього вимагає розрахунок;

позацентрово-стиснена колона перевіряється на стійкість у площині вигину по формулах для центрально- стиснутих колон.

З попередніх розрахунків до позацентрово-стиснутої трубобетонної колони прикладена поздовжня сила N = 492 кН (табл. 2.2) з ексцентриситетом

l_0 = 14,9 см.

Довжину колони приймаємо 14,9 м виходячи з об'ємно-планувальної схеми будівлі.

Згідно з рекомендаціями [11] приймаємо колону виконану з бетону класу В25 і сталевої труби (марки сталі ВСт3пс) .

За заданими параметрами згідно рекомендацій [11] оптимальне значення коефіцієнта армування складає $\mu_{pb} = 0{,}025$.

Обчислюємо розрахунковий опір бетону в трубі [13].

$$R_b^* = 0{,}63 \cdot B \cdot \left(1 + 16{,}1 \cdot \mu_{pb} \beta\right)$$

B – клас бетону за міцністю на стискання;

μ_{pb} - коефіцієнт армування трубобетону;

β - коефіцієнт, що приймається в залежності від класу бетону за міцністю.

$$R_b^* = 0{,}65 \cdot 2{,}5 \cdot \left(1 + 16{,}1 \cdot 0{,}025 \cdot 0{,}52\right) = 1{,}94 \frac{кН}{см^2} = 19{,}4\ мПа$$

Визначаємо внутрішній діаметр шару бетону (рис.2.20) [13]:

$$d_i = \sqrt{\frac{1{,}273 \cdot N}{\gamma_{b2} \cdot \varphi \cdot \left(R_b^* + \gamma_{s2} \cdot \mu_{pb} \cdot R_s\right)}}$$

N - поздовжнє зусилля,що прикладене до колони;

R_s - розрахунковий опір матеріала труби (сталь ВСт3пс);

γ_{s2} - коефіцієнт сумісної роботи сталі та труби.

$$d_i = \sqrt{\frac{1{,}273 \cdot 492}{1{,}1 \cdot \varphi \cdot (1{,}94 + 0{,}88 \cdot 0{,}025 \cdot 22{,}3)}} = \sqrt{\frac{234{,}3}{\varphi}}.$$

Визначаємо ексцентриситет за формулою [13]:

$$l_{ved} = \frac{2 \cdot l_0}{d_i \cdot \left(0{,}5 - \frac{0{,}25}{1 + \mu_{pb} \cdot \frac{\psi}{X}}\right)},$$

де

ψ, X -коефіцієнт, що враховують співвідношення механічних характеристик сталі та бетону в гранічному стані.

Приймаємо ψ = 1,4; X = 0,159 [13].

$$l_{ved} = \frac{2 \cdot 14{,}9}{d_i \cdot \left(0{,}5 - \frac{0{,}25}{1 + 0{,}025 \cdot \frac{1{,}4}{0{,}159}}\right)}.$$

Визначаємо зведену гнучкість [13]:

$$\lambda_{ved} = \frac{2 \cdot l_0}{d_i \cdot \left(0{,}5 - \frac{0{,}25}{1 + \mu_{pb} \cdot \frac{\psi}{X}}\right)}.$$

де l_0 - розрахункова висота гілки колони.

$$\lambda_{ved} = \frac{2 \cdot 120}{d_i \cdot \left(0{,}5 - \frac{0{,}25}{1 + 0{,}025 \cdot \frac{1{,}4}{0{,}159}}\right)}.$$

Розв'язавши систему з трьох рівнянь з трьома невідомими, отримаємо оптимальні параметри перерізу трубобетоної колони:

Внутрішній діаметр сталевої труби d_e = 32 см;

Товщина сталевої труби t = 6 мм.

Відповідно до розрахунків приймаємо трубу сортаменту, що має розміри:

Внутрішній діаметр - d_e = 32,5 см;

Товщина труби t = 6 мм;

Площа перерізу A_3 = 60 см^2;

Коефіцієнт армування μ_{pb} = 0,025.

Перевіряємо несучу здатність прийнятого перерізу за умовою [13]:

$$N_{sbt} = \gamma_{bs} \cdot \varphi \cdot \left(R_b^* + \gamma_{s2} \cdot R_s \cdot A_3\right) = 1{,}1 \cdot \left(1{,}94 \cdot 860 + 0{,}88 \cdot 22{,}3 \cdot 60\right) \cdot 0{,}52 = 485\ кН$$

Несуча здатність прийнятого перерізу достатня, умови виконання працездатності колони за першою групою граничних станів виконуються.

3. Економічний розділ.

Економічно-кошторисні розрахунки по зведенню будівлі пиво варильного цеху в місті Миколаїв виконані з застосуванням програмного комплексу АВК 5 та наведені в додатках.

4. Розділ «Охорона праці в будівництві».

Заходи та розрахунки з охорони праці визначаємо та виконуємо по відомим джерелам та методикам [13-16].

4.1. Вимоги техніки безпеки при виконанні будівельно-монтажних робіт по зведенню пиво варильного цеху.

Весь комплекс операцій при монтажі будівельних конструкцій пиво варильного цеху виконується в умовах підвищеної небезпеки, що потребує суворого виконання правил техніки безпеки.

Однією з найважливіших умов безпечного виконання монтажних робіт є правильна експлуатація монтажних кранів.

4.1.1 Техніка безпеки при експлуатації вантажопідйомних машин для монтажу ферм.

До роботи на вантажопідйомних машинах допускають робітників, яким виповнилось 18 років, які пройшли медичний огляд і навчання за спеціальністю, здали екзамени та отримали посвідчення на право виробничих робіт (при роботі з машинами, які мають електропривод, робітники повинні бути навчені правилам електробезпеки і мати кваліфікаційну групу не менше другої).

Перед початком робіт робітників необхідно забезпечити інструкціями по експлуатації машин і безпечній роботі на них.

На кожній вантажопідйомній машині повинні висіти :

- інструкція по експлуатації,

схема стропування вантажів та їхня вага,

забороняючі та попереджуючі плакати по техніці безпеки, а також вказані:

величина вантажопідйомності машини в залежності від вилиту стріли,

наступна дата випробовування.

Для забезпечення необхідної стійкості монтажний кран повинен бути встановлений на надійну і ретельно вивірену основу. Кожен кран необхідно обладнати автоматичним пристроєм для обмеження вантажопідйомності, а сталеві канати повинні періодично перевірятися. Робітників, зайнятих на монтажних роботах, забезпечують спецодягом, спецвзуттям і захисними касками.

При вітрі силою більше 6 балів монтажні роботи, зв'язані з застосуванням кранів, необхідно припинити.

Всі вантажопідйомні машини підлягають експлуатації по правилам Держміськтехнагляду, і реєструють їх в залежності від типу, вантажопідйомності та призначення.

4.1.2 Техніка безпеки при роботі зі стропами при монтажі ферм.

До виконання стропувальних робіт допускають робітників, яким виповнилось 18 років, які пройшли медичний огляд і навчання за спеціальністю, пройшли виробничу практику під керівництвом досвідчених стропувальників, здали екзамени по спеціальній програмі.

Стропувальник, допущений до самостійної роботи, повинен:

-знати будову вантажопідйомного механізму, який обслуговується, його вантажопідйомність при різних вилітах стріли,

слідкувати за справним станом строп, гаків та за наявністю при кожному із них бірки або тавра із вказанням інвентарного номеру, граничного навантаження і дати випробовування,

правильно обв’язувати та підвішувати вантаж на гак,

правильно укладати будівельні конструкції, обладнання, матеріали та деталі,

знати вимоги, які пред’являють до такелажного обладнання, ланцюгів, канатам, тарі; правила їхньої експлуатації, періодичність перевірки та

випробовувань, правила збереження і бракування,знати правила і способи сигналізації при переміщенні і монтажі (демонтажі) будівельних конструкцій та обладнання,

знати і строго виконувати суміщений графік роботи по захваткам і не допускати роботи крану в тій захватці, де працюють люди.

При виробництві завантажувально-розвантажувальних робіт стропувальнику забороняється:

центрувати вантаж своєю вагою,

під час переміщення вантажу на ходу поправляти стопування,

знаходитися під вантажем та при переміщенні вантажу знаходитися на відстані від нього менше 3 м,

допускати сторонніх в зону роботи крану,

направляти вантаж в місця, де є сторонні предмети, які заважають укладанню вантажу,

застосовувати стропи, що не відповідають вазі та характеру вантажу,

працювати без спецодягу, рукавиць, жилетки і червоної пов’язки.

Відповідно до діючих норм стропи захвату й інші такелажні пристосування варто періодично випробувати і при необхідності вибраковувати. Перед початком роботи і в процесі монтажу такелажні пристрої випробують навантаженням, яке в 1,25 рази більше їхньої номінальної вантажопідйомності.

Кожні 10 днів прораб чи майстер повинен оглядати стропи.

При підйомі вантажів останні беруть на відтягнення, що виключає розгойдування вантажу і закручування маси. Однак сам вантаж варто піднімати й опускати тільки в суворо вертикальному положенні.

Забороняється під час перерв залишати піднятий вантаж у висячому положенні.

Робітники, що приймають конструкції при їхній установці в проектне положення, повинні знаходитися на риштованнях, встановлених на вже цілком змонтованих конструкціях.

Опускати вантаж необхідно так, щоб стропи не защемились ним і легко знімались з нього. Розстроповку конструкцій виконують тільки після їхнього надійного закріплення. Тимчасові кріплення конструкцій дозволяється знімати після остаточного закріплення конструкцій.

Стропи завжди підбирають такої довжини, щоб кут між гілками, в натягнутому стані, був не більше 900 .

Стропувальник, знаходячись в стороні від вантажу, подає крановщику сигнали про переміщення вантажу. Після підйому вантажу на 0,5 м стропувальних дає сигнал “Стоп” і оглядає вантаж, перевіряє справність кріплення і центрування і , якщо все добре, дозволяє оператору крану переміщувати вантаж в необхідному напрямку.

Перед опусканням вантажу стропувальник повинен перевірити місце його встановлення і переконатись, що вантаж не впаде, не перекинеться і не сповзе в бік.

Забороняється піднімати вантажі будь-яким підйомним обладнанням, якщо вони засипані землею, піском, закладені іншими вантажами, примерзли до землі, залиті бетоном; забороняється також підтягування вантажів.

4.2. Інженерні рішення з охорони праці.

Визначення небезпечної зони при падінні будівельних конструкцій з гака крана

До початку робіт на території монтажної площадки необхідно встановити покажчики робочих проходів, проїздів та визначити небезпечні зони.

Небезпечні зони (місця можливого падіння вантажів) виділяють попереджувальними знаками.

Монтажне та підйомне обладнання, а також захватні пристосування повинні бути перевірені та випробувані відповідними особами технічного персоналу будівництва.

В даному розділі розраховуємо небезпечну зону при падінні плити покриття розміром 1,5х6 м, вагою 2,2 т. Відмітка найвищої частини будівлі пиво варильного цеху +18.900 м.

Визначаємо монтажну висоту будівельної конструкції із врахуванням запасу по висоті (0,5м), необхідного з умов техніки безпеки :

h = 18,9 + 0,5 = 19,4 м.

У відповідності із рисунком 4.1 розраховуємо значення відстані R:

$$R = r + S , \qquad (4.1)$$

де r – відстань від вертикальної вісі крана до вісі, що проходить через центр обойми вантажного поліспасту, r = 5 м,

S – відстань, яка визначає положення конструкції після її падіння :

$$S = h*tg\alpha , \qquad (4.2)$$

α - кут нахилу гілки стропу до вертикалі, який визначаємо по формулі :

$$tg\alpha = a/ H , \qquad (4.3)$$

H – висота стропування для ферм, H = 1,645м;

a – значення половини ширини будівельної конструкції, яку монтують, в нашому випадку трубчату ферму

a = 0,75 м.

Тоді отримуємо: $tg\alpha = 0,75/ 1,645 = 0,446 \rightarrow \alpha = 24^0$;

$$S = 19,4* 0,446 = 8,65 м;$$

$$R = 5 + 8,65 = 13,65 м.$$

Границі небезпечних зон, в межах яких можливе виникнення небезпеки у зв’язку із падінням предметів, визначаються згідно таблиці 4.1. Так при висоті можливого падіння конструкції до 20 м (в нашому випадку висота покрівлі цеху, де монтують кострукції, складає 13,9 м) границі небезпечної зони дорівнюють :

7м – поблизу місць переміщення вантажів (від горизонтальної проекції траєкторії максимальних габаритів вантажу, що переміщується кранами),

5м – поблизу споруди, що будується (від її зовнішнього периметру).

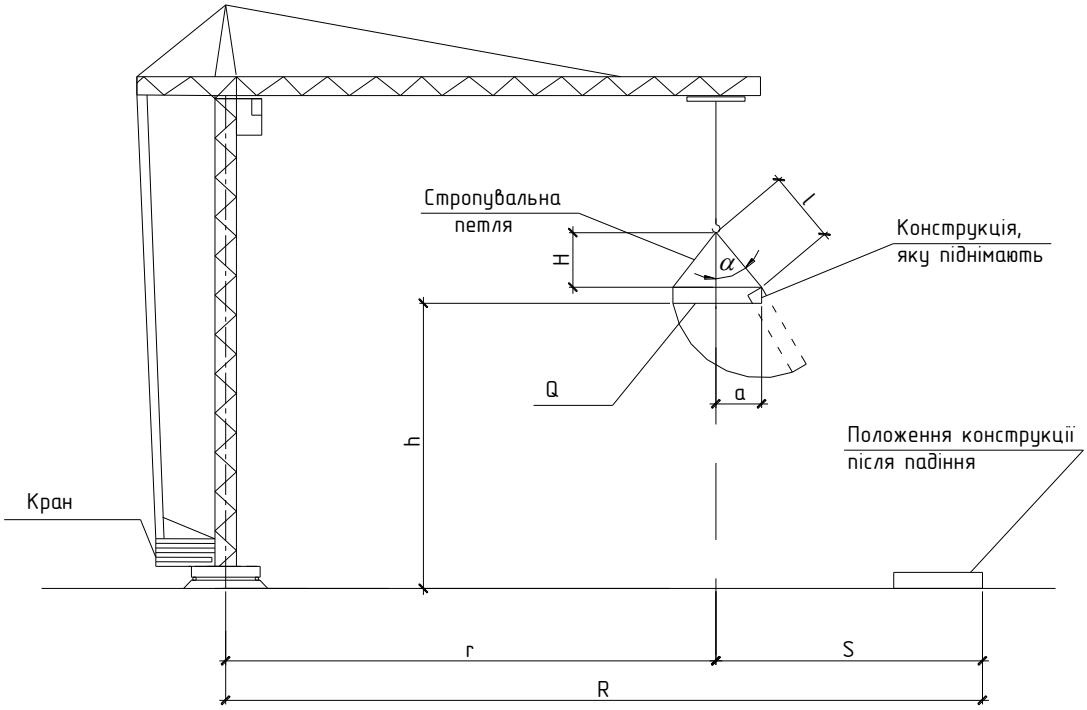


Рисунок 4.1 – Визначення границі небезпечної зони при падінні будівельної конструкції з гака крана.

Таблиця 4.1 – Визначення границі небезпечної зони, в межах якої є можливість виникнення небезпеки при падінні вантажів

Висота можливого падіння предмету, м	Границі небезпечної зони	
	поблизу місць переміщення вантажів (від гор. проекції траєкторії максимальних габаритів вантажу, що переміщується машинами), м	поблизу споруди, що будується (від її зовнішнього периметру), м
До 20	7	5
Більше 20 до 70	10	7
70 – 120	15	10
120 – 200	20	15
200 – 300	25	20
300 – 450	30	25

Висновки:

1. При виконанні магістерської роботи в якості об'єктів дослідження були прийняті конструктивні рішення металевих конструкцій перекриття пиво варильного цеху в місті Миколаїв. Наукова робота полягала в дослідженні та визначенні варіантів поперечних перетинів ферм покрівлі цеху з метою зменшення маси конструкцій зі збереженням допустимих параметрів міцності иа стійкості металоконструкцій.

2. Після збору навантажень виконувався аналітичний розрахунок ферми, що виконана зі сталевих прямо шовних труб програмою "SCAD". З метою перевірки аналітичного розрахунку та доцільності використання обраних сортаментів труб виконувалось комп'ютерне моделювання ферми за допомогою програмного комплексу SolidWorks.

3. Отримані результати показали, що мінімальний запас міцності одного стрижня складає - 1,1 при необхідному запасі міцності – 1,2, а центральний стояк ферми навантажений лише на 56% .

4. З використанням уліти «Дослідження проектування», в якій було задано бажані характеристики елементів ферми, а саме мінімальне значення коефіцієнта запасу міцності 1,21 при мінімізації маси ферми, була підібрана оптимальна варіація перерізів елементів ферми.

5. З метою забезпечення цілосності ферми, що досліджується, було виконано комп'ютерне моделювання ферми з оптимізованими перерізами, яке показало наступне:

максимальне напруження в елементах ферми складає 202,5 Мпа, при допустимих значеннях напруження 225 Мпа;

максимальна деформація ферми має місце в центрі і складає 0,0205м при мінімальних допустимих прогинах 0,212 м;

значення мінімального коефіцієнту запасу міцності для єлементів ферми складає 1,2, тобто умови цілістності конструкції за граничними станами виконуються;

маса ферми до оптимізації складала 1580, 8кг, а виконання досліджень та проведення оптимізації перерізів дозволило знизити масу ферми до 1424,6 кг, тобто на 156,2 кг, або на 9,8%.

Таким чином завдання оптимізації параметрів ферми виконано.

Оптимізована конструкція трубчатої ферми прийнята для подальшого проектування.

6. Розроблені заходи з охорони праці з урахуванням особливостей будівництва пиво варильного цеху

7. Виконані кошторисні розрахунки по зведенню пиво варильного цеху.

Література.

1. Янтар (пивзавод). Інтернет ресурс https://uk.wikipedia.org/wiki/
2. Миколаїв — Вікіпедія. Інтернет ресурс uk.wikipedia.org › wiki › Миколаїв.
3. ДБН В.1.2.-2:2006 Навантаження і впливи. Норми проектування, Київ, Міністерство будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України 2006 – 62 с.
4. С.В. Дятков “Архитектура промышленных зданий”, Москва. Высшая школа 1984г.
5. ПРОМИСЛОВА ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА ПИВА.

https://drink.co.ua/news/promislova_tekhnologija_virobnictva_piva/2014-11-03-12.

6. Будівельна кліматологія ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Київ : Мінрегіонбуд України, 2011. – 123 с.
7. ДСТУ Б В.2.6 – 189:2013. Методи вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель. – К.: Мінрегіон України, 2014. – 46 с.
8. Клименко Ф. Є., Барабаш В. М., Стороженко Л.І. Металеві конструкції: / За ред. Ф.Є Клименка : Підручник. – 2-ге видання, випр. і доп. – Львів: Світ, 2002. – 312 с. Режим доступу: http://moodle.kntu.kr.ua/course/view.php?id=875
9. Металлические конструкции. Учебник для студентов высших учебных заведений / Ю.И. Кудишин, Е. И. Беленя, В.С. Игнатьева и др. ; под редакцией Ю.И. Кудишина. 10-е издание. – М.: Издательский центр "Академия", 2007. – 688 с. Режим доступу: http://pvakntu.pp.ua/metalevi-konstruktsiyi/
10. Стороженко Л.И., Семко А.В., Ефименко В.И. Сталежелезобетонные конструкции. – К.: „Четверта хвиля”, 1997. – 158с.
11. Стороженко Л.І. Сталезалізобетонні каркаси багатоповерхових будівель / Стороженко Л.І., Єрмоленко Д.А., Нижник О.В., Мурза С.О. // Монографія – Полтава: ФОП Пусан А.Ф., 2017 – С. 279.

12. Стороженко Л.И., Пахотный П.И., Чорный А.Я. Расчёт трубобетонных конструкций. – К.: Будівельник, 1991. – 120с.
13. ОХОРОНА ПРАЦІ І ПРОМИСЛОВА БЕЗПЕКА У БУДІВНИЦТВІ Основні положення ДБН А.3.2-2-2009 Київ Мінрегіонбуд України 2012 – 114 стр.
14. Охорона праці в будівництві: Навч. посіб. посібник / за редакцією Коржика Б. М. і Іванова В.М. - Харків: Форт, 2010. - 388 с.
15. Бєліков А.С., Кожушко А.П., Сафонов В.В. та ін. «Інженерні рішення з охорони праці».Навчальний посібник: К.: Основа, 2011. – 480 с. (гриф МОНУ).
16. Охорона праці в будівництві. Навчальний посібник Автори: Пугач В.І., Люлька В.С. / Вид-во: Харків: Рубікон / Рік: 1998 / Кількість стор.: 304

Зміст

Вступ……

1. Архітектурно-будівельний розділ…….
2. Розрахунково-дослідницький розділ……..
3. Розділ Економіка будівництва …….
4. Розділ Охорона праці……

Висновки……..

Література……

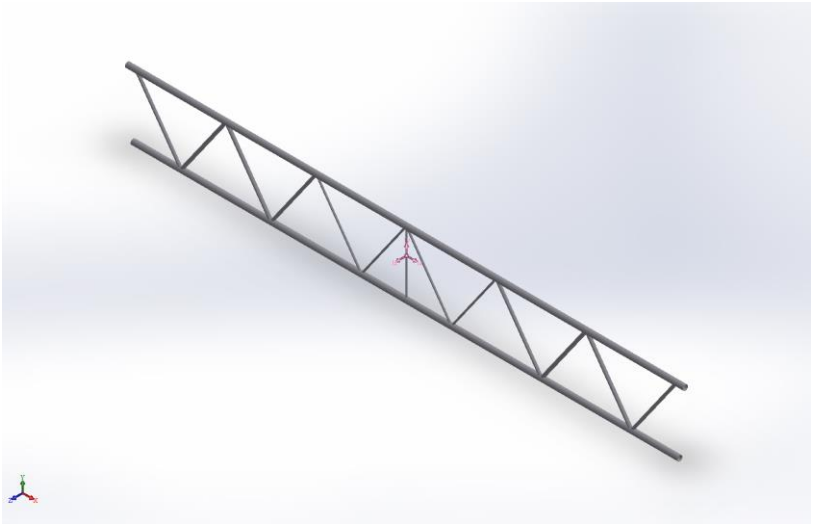
Зміст……

Додатки……

ДОДАТКИ.

Додаток 1.

Побудування моделі та результати комп'ютерного моделювання металевих конструкцій пиво варильного цеху Миколаїв в місті Миколаїв в середовищі САПР «Solid works 2013» .



Описание

Данные отсутствуют

Симуляция Ф-1(ИП) оптимальное

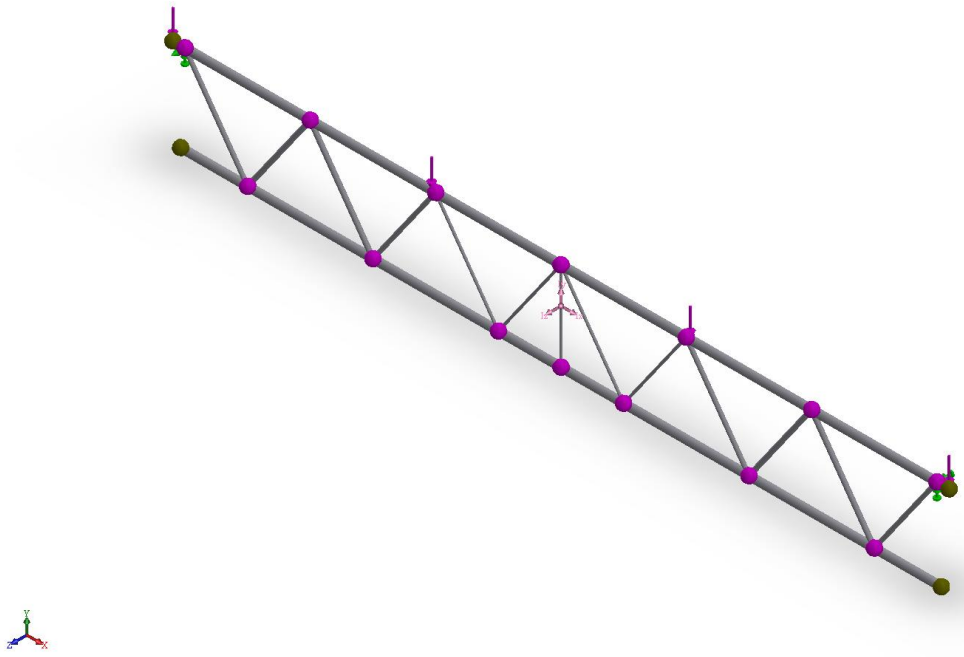
Date: 11 октября 2021 г.
Создатель:: Solidworks
Имя исследования: Статический анализ 1
Тип анализа: Статический анализ

Содержание

Описание.....
Допущения.....
Информация о модели .....
Свойства исследования .....
Единицы.....
Свойства материала .....
Нагрузки и крепления.....
Определения соединителей .....
Данные контакта .....
Информация о сетке.....
Данные датчиков .....
Результирующие силы .....
Балки .....
Результаты исследования .....
Вывод**Ошибка! Закладка не определен**

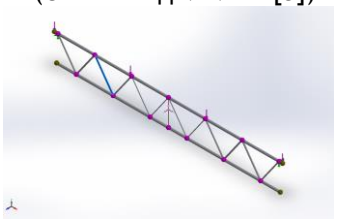
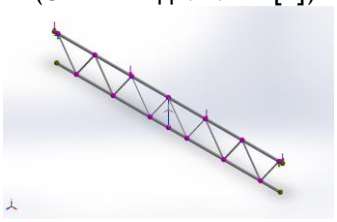
Допущения

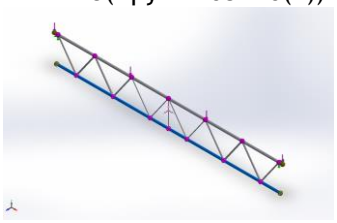
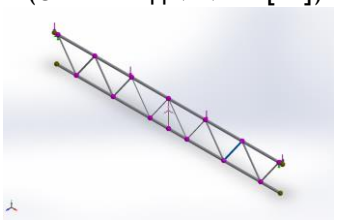
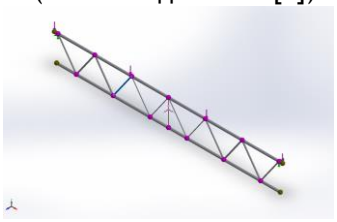
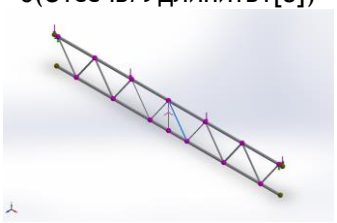
Информация о модели

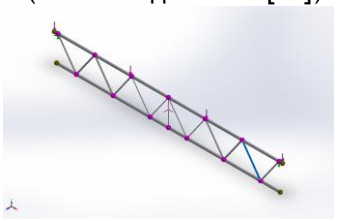
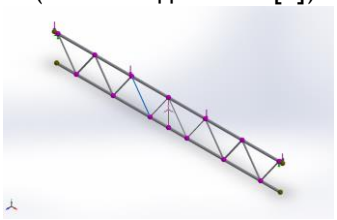
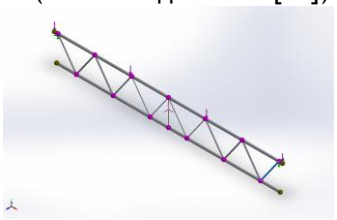
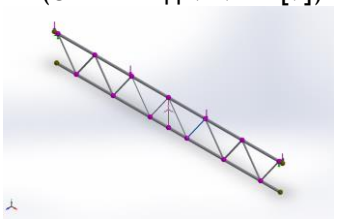
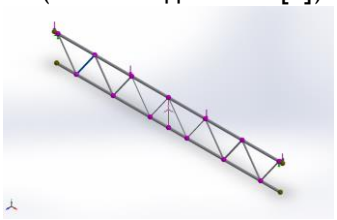


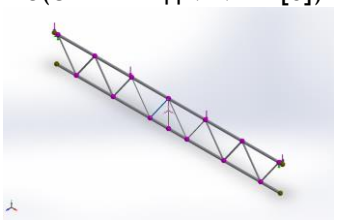
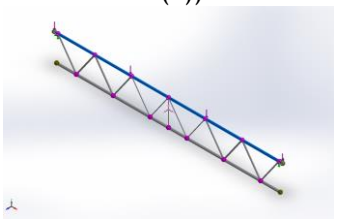
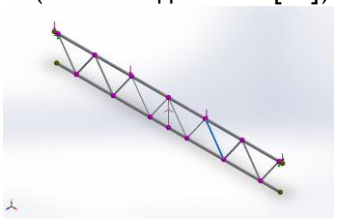
Имя модели: Ф-1(ИП)
Активная конфигурация: По умолчанию<Как обработанный>

Тела балок:

Имя и ссылки документа	Постановка	Свойства	Путь документа/Дата изменения
Балка-1(Отсечь/Удлинить1[3]) 	Балка - Постоянного сечения	Стандарт сечения- Площадь сечения: 0.00152367m^2 Длина:2325.32mm Объем:0.00353941m^3 Массовая плотность:7900kg/m^3 Масса:27.9613kg Масса:274.021N	Oct 10 16:02:14 2021
Балка-2(Отсечь/Удлинить1[7]) 	Балка - Постоянного сечения	Стандарт сечения- Площадь сечения: 0.000588263m^2 Длина:1886.39mm Объем:0.00110948m^3 Массовая плотность:7900kg/m^3 Масса:8.76491kg Масса:85.8961N	Oct 10 16:02:14 2021

Балка-3(Труба 168 X 6(1)) 	Балка - Постоянного сечения	Стандарт сечения-iso/pipe/168 x 6 Площадь сечения: 0.00305363m^2 Длина:17604mm Объем:0.0537561m^3 Массовая плотность:7900kg/m^3 Масса:424.673kg Масса:4161.79N	Oct 10 16:02:14 2021
Балка-4(Отсечь/Удлинить1[11]) 	Балка - Постоянного сечения	Стандарт сечения- Площадь сечения: 0.00152367m^2 Длина:2324.94mm Объем:0.00353979m^3 Массовая плотность:7900kg/m^3 Масса:27.9643kg Масса:274.05N	Oct 10 16:02:14 2021
Балка-5(Отсечь/Удлинить1[4]) 	Балка - Постоянного сечения	Стандарт сечения-iso/pipe/89 x 5 Площадь сечения: 0.00180327m^2 Длина:2320.4mm Объем:0.00417923m^3 Массовая плотность:7900kg/m^3 Масса:33.0159kg Масса:323.556N	Oct 10 16:02:14 2021
Балка-6(Отсечь/Удлинить1[8]) 	Балка - Постоянного сечения	Стандарт сечения-iso/pipe/57 x 3,5 Площадь сечения: 0.000588263m^2 Длина:2328.35mm Объем:0.00135928m^3 Массовая плотность:7900kg/m^3 Масса:10.7383kg Масса:105.235N	Oct 10 16:02:14 2021
Балка-7(Отсечь/Удлинить1[1]) 	Балка - Постоянного сечения	Стандарт сечения-iso/pipe/89 x 5 Площадь сечения: 0.00180327m^2 Длина:2319.94mm Объем:0.00417935m^3 Массовая плотность:7900kg/m^3 Масса:33.0168kg Масса:323.565N	Oct 10 16:02:14 2021

Балка-8(Отсечь/Удлинить1[12]) 	Балка - Постоянного сечения	Стандарт сечения-iso/pipe/102 x 8 Площадь сечения: 0.00152367m^2 Длина:2326.45mm Объем:0.00353953m^3 Массовая плотность:7900kg/m^3 Масса:27.9623kg Масса:274.03N	Oct 10 16:02:14 2021
Балка-9(Отсечь/Удлинить1[5]) 	Балка - Постоянного сечения	Стандарт сечения-iso/pipe/57 x 3,5 Площадь сечения: 0.000588263m^2 Длина:2311.48mm Объем:0.00135945m^3 Массовая плотность:7900kg/m^3 Масса:10.7397kg Масса:105.249N	Oct 10 16:02:14 2021
Балка-10(Отсечь/Удлинить1[13]) 	Балка - Постоянного сечения	Стандарт сечения-iso/pipe/89 x 5 Площадь сечения: 0.00180327m^2 Длина:2318.92mm Объем:0.00417942m^3 Массовая плотность:7900kg/m^3 Масса:33.0174kg Масса:323.571N	Oct 10 16:02:14 2021
Балка-11(Отсечь/Удлинить1[9]) 	Балка - Постоянного сечения	Стандарт сечения-iso/pipe/57 x 3,5 Площадь сечения: 0.000588263m^2 Длина:2311.47mm Объем:0.00135948m^3 Массовая плотность:7900kg/m^3 Масса:10.7399kg Масса:105.251N	Oct 10 16:02:14 2021
Балка-12(Отсечь/Удлинить1[2]) 	Балка - Постоянного сечения	Стандарт сечения-iso/pipe/102 x 8 Площадь сечения: 0.00152367m^2 Длина:2325.62mm Объем:0.00353991m^3 Массовая плотность:7900kg/m^3 Масса:27.9653kg Масса:274.059N	Oct 10 16:02:14 2021

Балка-13(Отсечь/Удлинить1[6]) 	Балка - Постоянного сечения	Стандарт сечения- Площадь сечения: 0.000588263m^2 Длина:2311.51mm Объем:0.00135939m^3 Массовая плотность:7900kg/m^3 Масса:10.7392kg Масса:105.244N	Oct 10 16:02:14 2021
Балка-14(Труба 168 X 12(1)) 	Балка - Постоянного сечения	Стандарт сечения- iso/pipe/168 x 12 Площадь сечения: 0.00496372m^2 Длина:17960mm Объем:0.0891483m^3 Массовая плотность:7900kg/m^3 Масса:704.272kg Масса:6901.86N	Oct 10 16:02:14 2021
Балка-15(Отсечь/Удлинить1[10]) 	Балка - Постоянного сечения	Стандарт сечения-iso/pipe/89 x 5 Площадь сечения: 0.00180327m^2 Длина:2321.19mm Объем:0.00417916m^3 Массовая плотность:7900kg/m^3 Масса:33.0153kg Масса:323.55N	Oct 10 16:02:14 2021

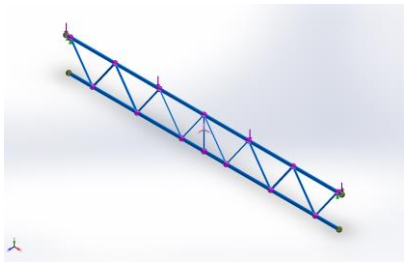
Свойства исследования

Имя исследования	Статический анализ 1
Тип анализа	Статический анализ
Тип сетки	Структура балок
Тип решающей программы	Решающая программа Direct sparse
Влияние нагрузок на собственные частоты:	Выкл
Мягкая пружина:	Выкл
Инерционная разгрузка:	Выкл
Несовместимые параметры связи	Авто
Большие перемещения	Выкл
Вычислить силы свободных тел	Вкл
Папка результатов	

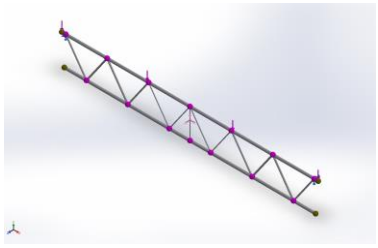
Единицы

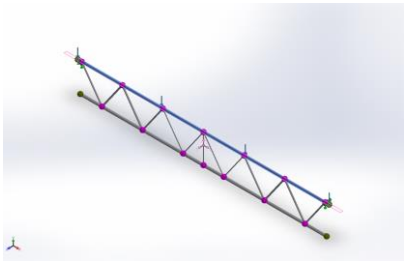
Система единиц измерения:	СИ (MKS)
Длина/Перемещение	mm
Температура	Kelvin
Угловая скорость	Рад/сек
Давление/Напряжение	N/m^2

Свойства материала

Ссылка на модель	Свойства		Компоненты
	Имя:	**ВСт3пс ГОСТ 4543-71**	**Твердое тело 1(Отсечь/Удлинить1[3])(1(ИП)), Твердое тело 2(Отсечь/Удлинить1[7])(1(ИП)), Твердое тело 3(Труба 16 X 6(1))(Ф-1(ИП)), Твердое тело 4(Отсечь/Удлинить1[11]Ф-1(ИП)), Твердое тело 5(Отсечь/Удлинить1[4])(1(ИП)), Твердое тело 6(Отсечь/Удлинить1[8])(1(ИП)), Твердое тело 7(Отсечь/Удлинить1[1])(1(ИП)), Твердое тело 8(Отсечь/Удлинить1[12]Ф-1(ИП)), Твердое тело 9(Отсечь/Удлинить1[5])(1(ИП)), Твердое тело 10(Отсечь/Удлинить1[13Ф-1(ИП)), Твердое тело 11(Отсечь/Удлинить1[9]Ф-1(ИП)), Твердое тело 12(Отсечь/Удлинить1[2]Ф-1(ИП)), Твердое тело 13(Отсечь/Удлинить1[6]Ф-1(ИП)), Твердое тело 14(Труба 168 X 12(1))(Ф-1(ИП)), Твердое тело 15(Отсечь/Удлинить1[10Ф-1(ИП))**
	Тип модели:	**Линейный Упругий Изотропный**	
	Критерий прочности по умолчанию:	**Неизвестно**	
	Предел текучести:	**2.45e+008 N/m^2**	
	Предел прочности при растяжении:	**4.25e+008 N/m^2**	
	Модуль упругости:	**2.13e+011 N/m^2**	
	Коэффициент Пуассона:	**0.29**	
	Массовая плотность:	**7900 kg/m^3**	
Данные кривой:N/A			

Нагрузки и крепления

Имя крепления	Изображение крепления	Данные крепления
Зафиксированный-1		**Объекты:** 2 Joint(s) **Тип:** Зафиксированная геометрия

Имя нагрузки	Загрузить изображение	Загрузить данные
Сила-1		**Объекты:** 1 плоскость(и), 1 Балка (s) **Справочный:** Сверху **Тип:** Приложить силу **Значения:** ---, ---, -24613 N **Моменты:** ---, ---, --- N.m

Определения соединителей

Данные отсутствуют

Данные контакта

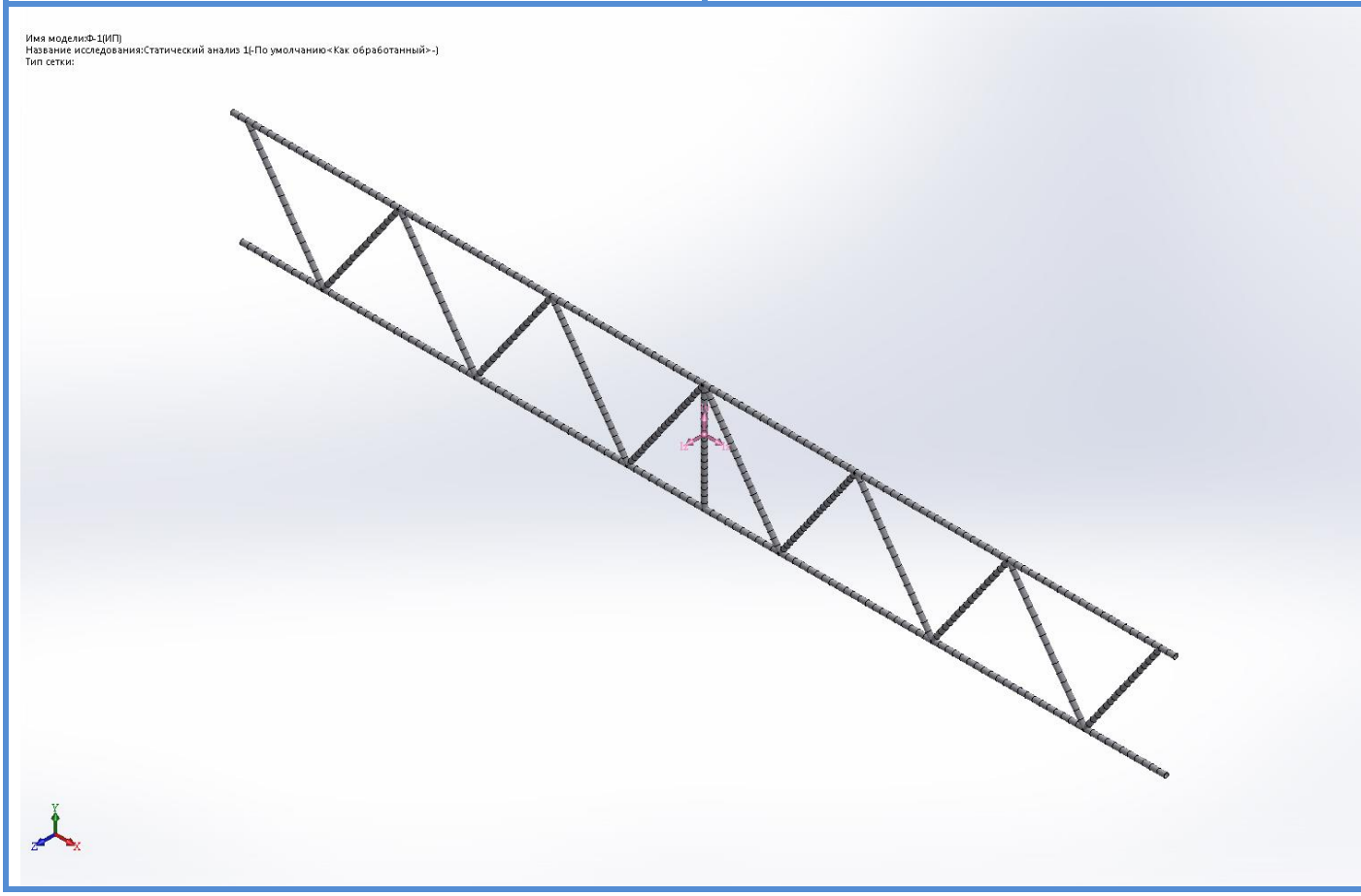
Данные отсутствуют

Информация о сетке

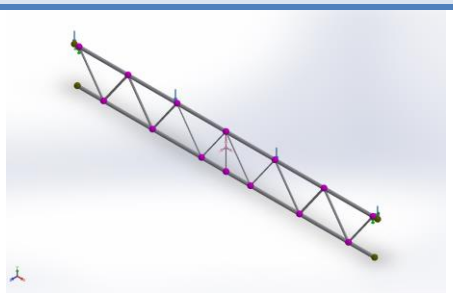
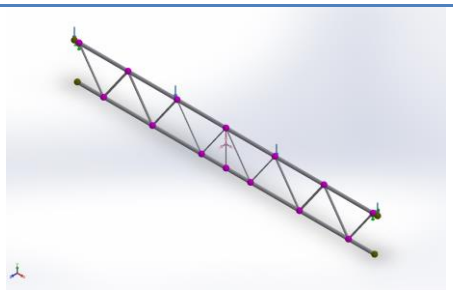
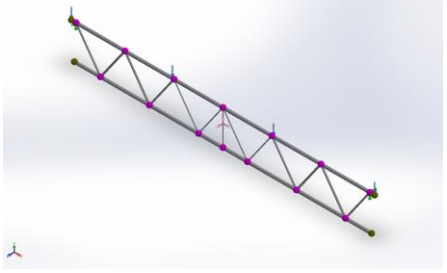
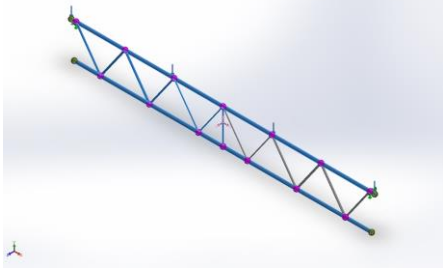
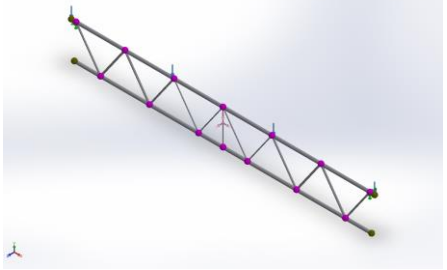
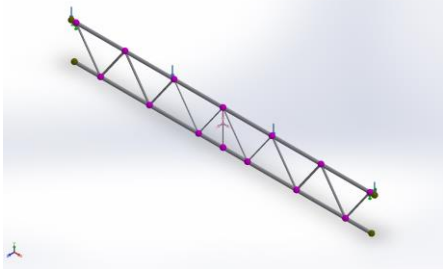
Тип сетки	Структура балок

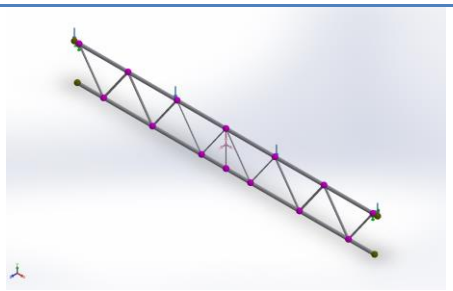
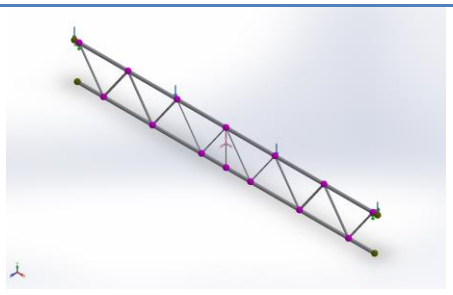
Информация о сетке - Детализация

Всего узлов	514
Всего элементов	510
Время для завершения сетки (hh;mm;ss):	00:00:01
Имя компьютера:	



Данные датчиков

Имя датчика	Местоположение	Данные датчиков
Запас прочности при потере устойчивости1		Значение: Объекты : Результат :Запас прочности при потере устойчивости Компонент :Форма колебаний Критерий :Мин модели Критерий шага: В определенной форме колебания Шаг №:1 Сигнальное значение: NA
Минимальный запас прочности1		Значение: 1.21198 Объекты : Результат :Запас прочности Компонент :Авто Критерий :Мин модели Критерий шага: Во всех шагах Шаг №:1 Сигнальное значение: NA
Минимальный запас прочности2		Значение: 1.21198 Объекты : Результат :Запас прочности Компонент :Авто Критерий :Мин модели Критерий шага: Во всех шагах Шаг №:1 Сигнальное значение: NA
Масса1		Значение: 1634.85959 кг Объекты : Результат :Напряжение Компонент :VON: Напряжение Von Mises Критерий :Макс модели Критерий шага: Во всех шагах Шаг №:1 Сигнальное значение: NA
Масса2		Значение: 1807.54096 кг Объекты : Результат :Напряжение Компонент :VON: Напряжение Von Mises Критерий :Макс модели Критерий шага: Во всех шагах Шаг №:1 Сигнальное значение: NA
Минимальный запас прочности3		Значение: 1.21198 Объекты : Результат :Запас прочности Компонент :Авто Критерий :Мин модели Критерий шага: Во всех шагах Шаг №:1 Сигнальное значение: NA

Масса3		Значение: 1807.54096 кг Объекты : Результат :Напряжение Компонент :VON: Напряжение Von Mises Критерий :Макс модели Критерий шага: Во всех шагах Шаг №:1 Сигнальное значение: NA
Масса4		Значение: 1807.54096 кг Объекты : Результат :Напряжение Компонент :VON: Напряжение Von Mises Критерий :Макс модели Критерий шага: Во всех шагах Шаг №:1 Сигнальное значение: NA

Результирующие силы

Силы реакции

Выбранный набор	Единицы	Сумма X	Сумма Y	Сумма Z	Результирую
всей модели	N	0	442049	-3.70095e-013	442049

Моменты реакции

Выбранный набор	Единицы	Сумма X	Сумма Y	Сумма Z	Результирую
всей модели	N.m	7.58691e-013	-3.16171e-014	0.130859	0.130859

Балки

Силы балок

Имя балки	Соединения	По оси(N)	Сдвиг1(N)	Сдвиг2(N)	Момент1(N.m)	Моме
Балка-1(Отсечь/Удлинить1[3])	1	132439	736.577	1.8827e-013	3.4087e-013	-72
	2	-132439	-736.658	-1.88271e-013	1.31864e-013	-11
Балка-2(Отсечь/Удлинить1[7])	1	-6174.91	6.46835e-006	-0.0517531	-0.000669211	-8.364
	2	6174.91	6.45684e-006	-0.051661	0.000574889	7.185
Балка-3(Труба 168 X 6(1))	1	0	-2.58494e-025	0	-3.63798e-011	5.816
	2	0	-4.65289e-025	5.82077e-011	3.63798e-011	-5.169
	3	242313	-4.74028e-013	-799.703	-1703.5	8.178
	4	442735	-0.201191	-3086.73	-4078.86	0.2
	5	396485	4.28198e-013	-232.58	-839.51	1.287
	6	442735	-0.159096	3086.73	-49.8304	-0.00
	7	3.72529e-009	-6.39275e-014	6.69388e-010	5.96629e-010	3.193
	8	242313	4.60365e-013	799.724	505.235	-4.874
	9	396485	-4.47349e-013	232.587	-165.019	2.601
Балка-4(Отсечь/Удлинить1[11])	1	132439	-736.225	1.60855e-013	3.15304e-013	72
	2	-132439	737.046	-1.60852e-013	8.8591e-014	11
Балка-5(Отсечь/Удлинить1[4])	1	133289	-149.51	-2.09214e-013	2.87826e-013	-24
	2	-133289	149.964	2.09218e-013	2.3751e-013	-13
Балка-6(Отсечь/Удлинить1[8])	1	-37940.1	-6.86921	8.37659e-014	1.22279e-013	-19
	2	37940.1	7.13231	-8.37693e-014	8.80564e-014	36
Балка-7(Отсечь/Удлинить1[1])	1	209859	-427.32	1.2769e-013	-2.34952e-013	13
	2	-209859	427.191	-1.27691e-013	5.55575e-013	94
Балка-8(Отсечь/Удлинить1[12])	1	209574	556.387	3.23322e-013	-2.74579e-013	63
	2	-209574	-555.346	-3.2328e-013	-5.37223e-013	75
Балка-9(Отсечь/Удлинить1[5])	1	42048.5	66.023	-5.87314e-014	-4.71378e-014	-78
	2	-42048.5	-66.1812	5.87275e-014	-1.00333e-013	-87
Балка-10(Отсечь/Удлинить1[13])	1	209859	427.728	1.76099e-013	-1.86678e-013	-13
	2	-209859	-426.428	-1.76112e-013	6.28863e-013	-94
Балка-11(Отсечь/Удлинить1[9])	1	42048.5	-66.0252	-6.67601e-014	-5.70167e-014	78

	2	-42048.5	66.0335	6.67608e-014	-1.10623e-013	87
Балка-12(Отсечь/Удлинить1[2])	1	-209574	555.939	-2.33652e-013	-4.00907e-013	-75
	2	209574	-555.663	2.33676e-013	-1.85829e-013	-63
Балка-13(Отсечь/Удлинить1[6])	1	-37940.1	6.86509	8.25456e-014	1.2166e-013	19
	2	37940.1	-6.85762	-8.2546e-014	8.56089e-014	-36
Балка-14(Труба 168 X 12(1))	1	0	0	2.68444e-005	7.65489e-007	
	2	0	0	-2.28882e-005	-8.49153e-007	
	3	-32376.2	-1.8856e-012	-30856.7	8699.02	-1.100
	4	-133803	-5.67169e-013	30659.4	8371.9	5.756
	5	-32376.2	1.8802e-012	30856.7	8699.02	-1.100
	6	-133803	-5.67169e-013	-33920.4	12650.1	4.268
	7	166180	-3.67534e-012	-39155.7	25584.6	-1.120
	8	166180	3.68569e-012	39155.8	25584.6	-1.120
	9	-32376.2	1.8802e-012	-33723.1	12459.5	3.832
Балка-15(Отсечь/Удлинить1[10])	1	133289	150.257	-2.17896e-013	3.062e-013	24
	2	-133289	-149.596	2.17887e-013	2.40913e-013	13

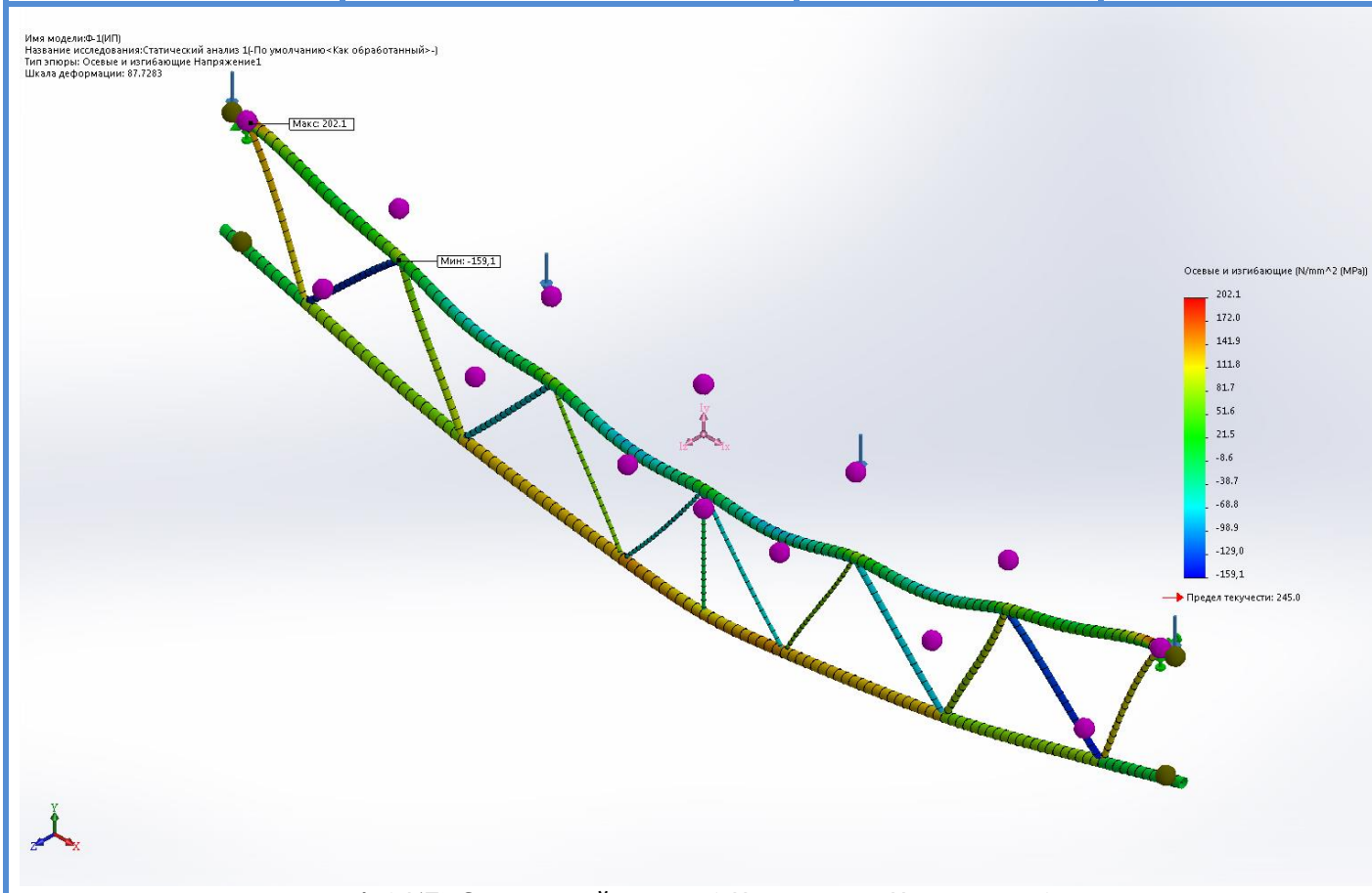
Напряжения балок

Имя балки	Соединения	По оси(N/m^2)	Направление сгиба1(N/m^2)	Направление сгиба2(N/m^2)	Крутил (N/m
Балка-1(Отсечь/Удлинить1[3])	1	8.6921e+007	9.67524e-009	2.06842e+007	-1.3899
	2	8.6921e+007	-3.74281e-009	-3.18125e+007	1.3899
Балка-2(Отсечь/Удлинить1[7])	1	-1.04969e+007	-90.2328	0.0112778	-1.2829
	2	-1.04969e+007	-77.5148	0.00968814	1.2831
Балка-3(Труба 168 X 6(1))	1	0	3.04641e-007	4.87036e-022	1.6911
	2	0	3.04641e-007	4.32921e-022	2.0293
	3	7.93524e+007	-1.4265e+007	-6.8486e-009	1.0898
	4	1.44987e+008	-3.41559e+007	-2226.26	2.8524
	5	1.29841e+008	-7.02997e+006	-1.07823e-008	-9.4745
	6	1.44987e+008	-417275	21.5071	-3.4850
	7	1.21996e-006	4.99611e-006	-2.67406e-010	-3.6662
	8	7.93524e+007	4.23079e+006	4.08179e-009	-1.2220
	9	1.29841e+008	-1.38185e+006	-2.17821e-008	8.7147
Балка-4(Отсечь/Удлинить1[11])	1	8.6921e+007	8.94956e-009	-2.06847e+007	1.4695
	2	8.6921e+007	-2.51456e-009	3.18133e+007	-1.4695
Балка-5(Отсечь/Удлинить1[4])	1	-7.39148e+007	-8.38951e-009	-7.16129e+006	-4.4023
	2	-7.39148e+007	6.92291e-009	3.80681e+006	4.4022
Балка-	1	-6.4495e+007	1.64874e-008	2.58755e+006	-1.5396

6(Отсечь/Удлинить1[8])	2	-6.4495e+007	-1.1873e-008	4.92476e+006	1.5396
Балка-7(Отсечь/Удлинить1[1])	1	1.16376e+008	-6.84834e-009	-3.84546e+006	5.4273
	2	1.16376e+008	-1.61938e-008	2.74207e+007	-5.4273
Балка-8(Отсечь/Удлинить1[12])	1	-1.37545e+008	7.79362e-009	1.80855e+007	-8.0678
	2	-1.37545e+008	-1.52485e-008	-2.15271e+007	8.0678
Балка-9(Отсечь/Удлинить1[5])	1	7.14791e+007	-6.3558e-009	1.06102e+007	-1.9143
	2	7.14791e+007	1.35283e-008	-1.17586e+007	1.9144
Балка-10(Отсечь/Удлинить1[13])	1	1.16376e+008	-5.44126e-009	3.84569e+006	-5.2603
	2	1.16376e+008	-1.833e-008	-2.7417e+007	5.2603
Балка-11(Отсечь/Удлинить1[9])	1	7.14791e+007	-7.68781e-009	-1.06077e+007	1.9081
	2	7.14791e+007	1.49158e-008	1.17573e+007	-1.9080
Балка-12(Отсечь/Удлинить1[2])	1	-1.37545e+008	-1.13793e-008	2.15277e+007	-7.9713
	2	-1.37545e+008	5.27456e-009	-1.80842e+007	7.9712
Балка-13(Отсечь/Удлинить1[6])	1	-6.4495e+007	1.64039e-008	-2.58505e+006	1.5286
	2	-6.4495e+007	-1.1543e-008	-4.92087e+006	-1.5286
Балка-14(Труба 168 X 12(1))	1	0	-0.00413476	0	0
	2	0	-0.00458668	0	0
	3	-6.52256e+006	4.69875e+007	5.94556e-009	1.0789
	4	-2.69563e+007	4.52206e+007	-3.10947e-008	4.2385
	5	-6.52256e+006	4.69875e+007	5.94556e-009	-1.1117
	6	-2.69563e+007	6.8329e+007	-2.30566e-008	4.2385
	7	3.34789e+007	1.38194e+008	6.05135e-008	-2.2169
	8	3.34789e+007	1.38195e+008	6.05498e-008	2.7263
	9	-6.52256e+006	6.72996e+007	-2.07014e-008	-1.1117
Балка-15(Отсечь/Удлинить1[10])	1	-7.39148e+007	-8.92509e-009	7.16189e+006	4.1495
	2	-7.39148e+007	7.02211e-009	-3.80801e+006	-4.1496

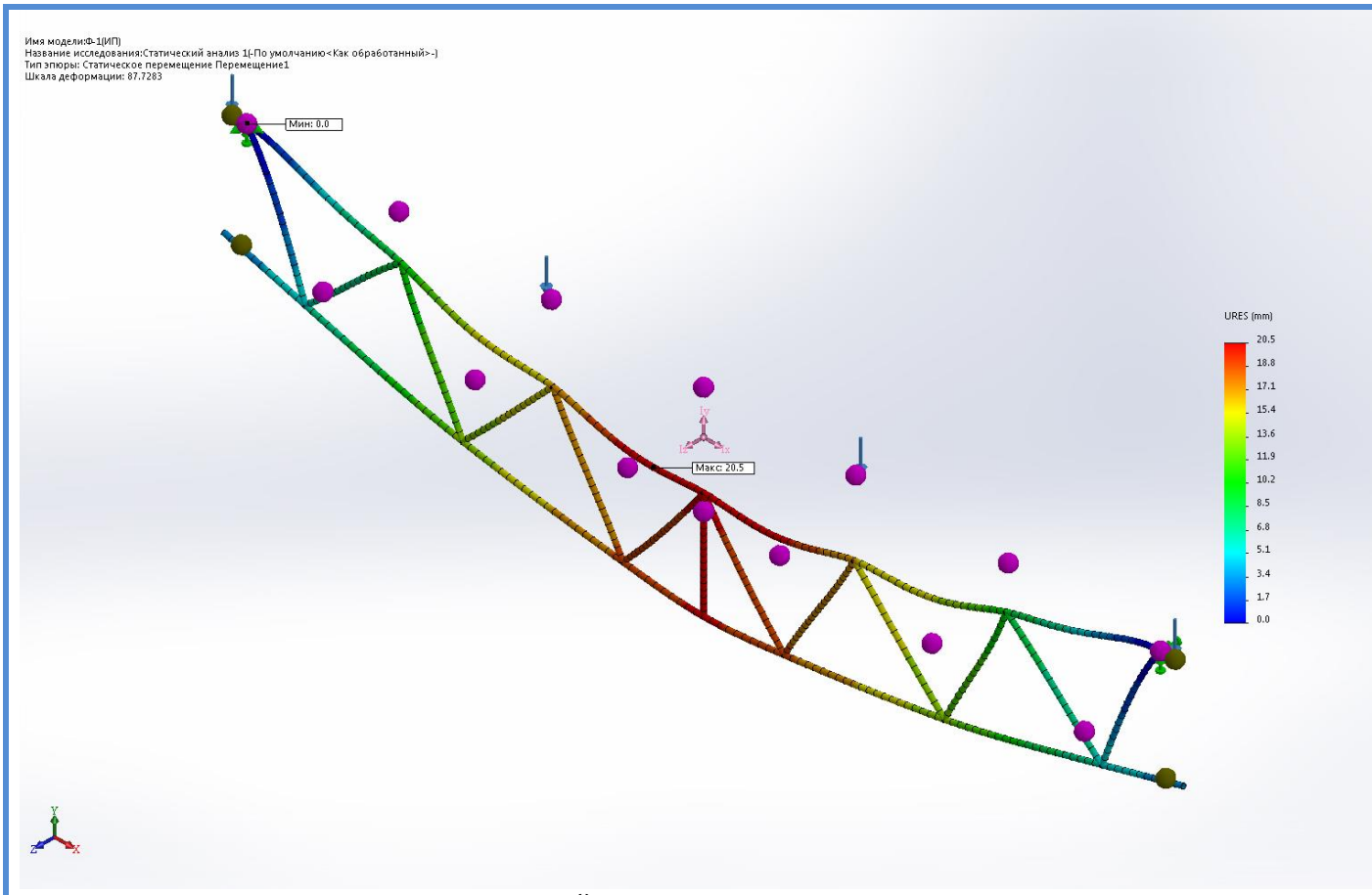
Результаты исследования

Имя	Тип	Мин	Макс
Напряжение1	Осевые и изгибающие	0.0 N/mm^2 (MPa) Элемент: 162	202.1 N/mm^2 (MPa) Элемент: 365



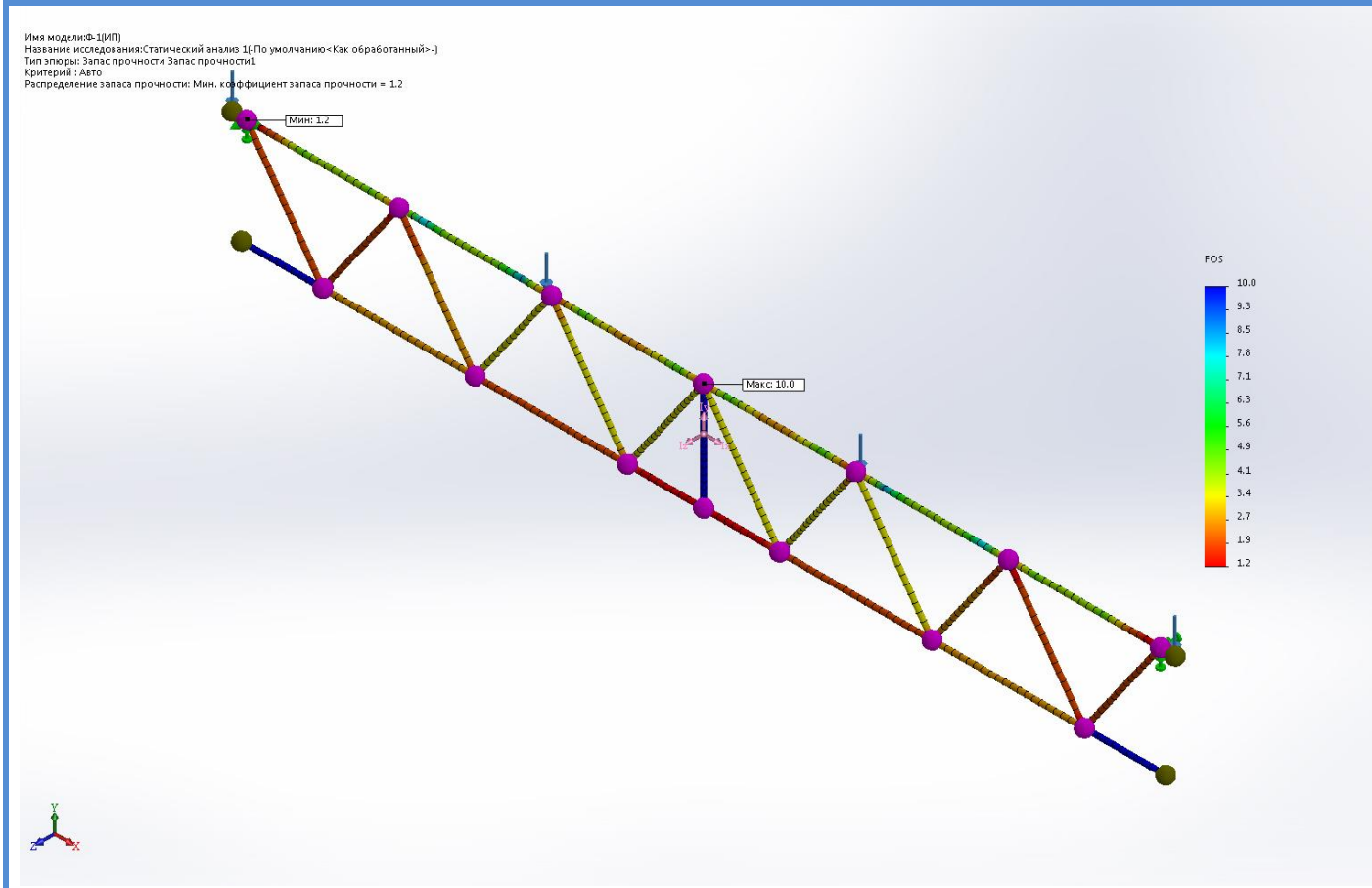
Ф-1(ИП)-Статический анализ 1-Напряжение-Напряжение1

Имя	Тип	Мин	Макс
Перемещение1	URES: Результирующее перемещение	0.0 mm Узел: 222	20.5 mm Узел: 414

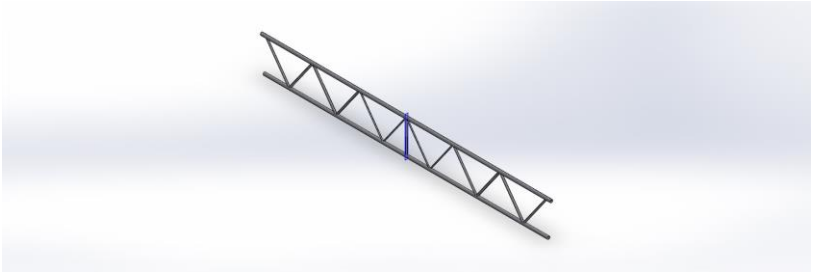


Ф-1(ИП)-Статический анализ 1-Перемещение-Перемещение1

Имя	Тип	Мин	Макс
Запас прочности1	Авто	1.2 Узел: 222	10.0 Узел: 20



Ф-1(ИП)-Статический анализ 1-Запас прочности-Запас прочности1



Симуляция Ф-1(ИП)

Date: 11 октября 2021 г.
Создатель:: Solidworks
Имя исследования: Исследование проектирования 2
Тип анализа: Исследование проектирования

Содержание

Описание.....

Допущения.....

Информация о модели .....

Свойства исследования .....

Единицы.....

Настройка исследования проектирани

Результаты исследования .....

Вывод**Ошибка! Закладка не определен**

Описание

Данные отсутствуют

Допущения

Информация о модели

Имя документа	Конфигурация	Путь документа	Дата изменения
Ф-1(ИП)	По умолчанию<Как обработанный>		Oct 10 16:02:14 2021

Свойства исследования

Имя исследования	Исследование проектирования 2
Тип анализа	Исследование проектирования(Оптимизация)
Качество исследования проектирования	Высокое качество (медленнее)
Папка результатов	Документ

Единицы

Система единиц измерения:	СИ (MKS)
Длина/Перемещение	mm
Температура	Kelvin
Угловая скорость	Рад/сек
Давление/Напряжение	N/m^2

Настройка исследования проектирования

Расчетные параметры

Имя	Тип	Значение	Единицы
Толщина стенки раскоса 2	**Диапазон при шаге**	Мин:6 Макс:8 Шаг:1	mm
Толщина стенки раскоса	**Диапазон при шаге**	Мин:5 Макс:7 Шаг:1	mm
Толщина стенки нижнего пояса	**Диапазон при шаге**	Мин:5 Макс:7 Шаг:1	mm
Толщина стенки верхнего пояса	**Диапазон при шаге**	Мин:10 Макс:14 Шаг:2	mm

Ограничения

Имя датчика	Условие	Границы	Единицы	Имя исследования
Минимальный запас прочности3	**Больше**	Мин:1.200000	<ConstrUnits/>	Статический анализ 1

Цели

Имя	Цель	Свойства	Масса	Имя исследования
Масса4	Минимизировать	Масса	5	-
Минимальный запас прочности1	Максимизировать	Запас прочности	5	Статический анал 1

Результаты исследования

83 из 83 сценариев выполнены успешно.

Имя компонента	Единицы	Текущее	Начальное	Оптимальная	Сценар
Толщина стенки раскоса 2	mm	6	6	7	6
Толщина стенки раскоса	mm	6	6	5	5
Толщина стенки нижнего пояса	mm	7	7	6	5
Толщина стенки верхнего пояса	mm	10	10	10	10
Минимальный запас прочности3		1.245387	1.245387	1.210623	1.150
Масса4	кг	1495.786848	1495.786848	1424.585470	1338.51
Минимальный запас прочности1		1.245387	1.245387	1.210623	1.150

Имя компонента	Единицы	Сценарий3	Сценарий4	Сценарий5	Сцен
Толщина стенки раскоса 2	mm	8	6	7	
Толщина стенки раскоса	mm	5	6	6	
Толщина стенки нижнего пояса	mm	5	5	5	
Толщина стенки верхнего пояса	mm	10	10	10	
Минимальный запас прочности3		1.147130	1.150879	1.149161	1.1
Масса4	кг	1373.012619	1359.472077	1376.950550	1393.
Минимальный запас прочности1		1.147130	1.150879	1.149161	1.1

Имя компонента	Единицы	Сценарий8	Сценарий9	Сценарий10	Сценар
Толщина стенки раскоса 2	mm	7	8	6	7
Толщина стенки раскоса	mm	7	7	5	5
Толщина стенки нижнего пояса	mm	5	5	6	6
Толщина стенки верхнего пояса	mm	10	10	10	10
Минимальный запас прочности3		1.149746	1.148475	1.198329	1.2106
Минимальный запас прочности1		1.149746	1.148475	1.198329	1.2106
Масса4	кг	1397.457512	1414.478953	1407.106997	1424.58

Имя компонента	Единицы	Сценарий13	Сценарий14	Сценарий15	Сценар
Толщина стенки раскоса 2	mm	6	7	8	6
Толщина стенки раскоса	mm	6	6	6	7
Толщина стенки нижнего пояса	mm	6	6	6	6

Минимальный запас прочности3		1.210625	1.223327	1.233044	1.2193
Толщина стенки верхнего пояса	mm	10	10	10	10
Масса4	кг	1428.066369	1445.544842	1462.566282	1448.57
Минимальный запас прочности1		1.210625	1.223327	1.233044	1.2193

Имя компонента	Единицы	Сценарий18	Сценарий19	Сценарий20	Сценар
Толщина стенки раскоса 2	mm	8	6	7	8
Толщина стенки раскоса67777	mm	7	5	5	5
Толщина стенки нижнего пояса	mm				
Толщина стенки верхнего пояса	mm	10	10	10	10
Минимальный запас прочности3		1.242330	1.232223	1.245308	1.2553
Масса4	кг	1483.073244	1474.827476	1492.305949	1509.32
Минимальный запас прочности1		1.242330	1.232223	1.245308	1.2553

Имя компонента	Единицы	Сценарий23	Сценарий24	Сценарий25	Сцена
Толщина стенки раскоса 2	mm	7	8	6	
Толщина стенки раскоса	mm	6	6	7	
Толщина стенки нижнего пояса	mm	7	7	7	
Толщина стенки верхнего пояса	mm	10	10	10	
Минимальный запас 1513.265321прочности3		1.258919	1.269278	1.254750	1.26
Минимальный запас прочности1		1.258919	1.269278	1.254750	1.26
Масса4	кг		1530.286761	1516.293810	1533.

Имя компонента	Единицы	Сценарий28	Сценарий29	Сценарий30	Сценар
Толщина стенки раскоса 2	mm	6	7	8	6
Толщина стенки раскоса	mm	5	5	5	6
Минимальный запас прочности3		1.153726	1.151982	1.150704	1.1545
Толщина стенки нижнего пояса	mm	5	5	5	5
Толщина стенки верхнего пояса	mm	12	12	12	12
Масса4	кг	1468.669291	1486.147764	1503.169204	1489.62
Минимальный запас прочности1		1.153726	1.151982	1.150704	1.1545

Имя компонента	Единицы	Сценарий33	Сценарий34	Сценарий35	Сценар
Толщина стенки раскоса 2	mm	8	6	7	8
Толщина стенки верхнего пояса	mm	12	12	12	12

Толщина стенки раскоса	mm	6	7	7	7
Толщина стенки нижнего пояса	mm	5	5	5	5
Минимальный запас прочности3		1.151446	1.155083	1.153302	1.1519
Масса4	кг	1524.128576	1510.135625	1527.614098	1544.63
Минимальный запас прочности1		1.151446	1.155083	1.153302	1.1519

Имя компонента	Единицы	Сценарий38	Сценарий39	Сценарий40	Сцена
Толщина стенки раскоса 2	mm	7	8	6	
Толщина стенки раскоса	mm	5	5	6	
Толщина стенки нижнего пояса	mm	6	6	6	
Толщина стенки верхнего пояса	mm	12	12	12	
Минимальный запас 1554.742056прочности3		1.335126	1.346325	1.335432	1.34
Масса4	кг		1571.763496	1558.222955	1575.
Минимальный запас прочности1		1.335126	1.346325	1.335432	1.34

Имя компонента	Единицы	Сценарий43	Сценарий44	Сценарий45	Сценар
Толщина стенки раскоса 2	mm	6	7	8	6
Толщина стенки раскоса	mm	7	7	7	5
Толщина стенки нижнего пояса	mm	6	6	6	7
Толщина стенки верхнего пояса	mm	12	12	12	12
Минимальный запас прочности3		1.346058	1.350723	1.349105	1.3613
Масса4	кг	1578.729917	1596.208390	1613.229830	1604.98
Минимальный запас прочности1		1.346058	1.350723	1.349105	1.3613

Имя компонента	Единицы	Сценарий48	Сценарий49	Сценарий50	Сценарий5
Толщина стенки раскоса 2	mm	8	6	7	8
Толщина стенки раскоса	mm	5	6	6	6
Толщина стенки нижнего пояса	mm	7	7	7	7
Толщина стенки верхнего пояса1.3889801.377392	mm	12	12	12	12
Минимальный запас прочности1					
Минимальный запас прочности3		1.388980	1.377392	1.393606	1.406040
Масса4	кг	1639.483975	1625.943434	1643.41.3936062190 7	1660.441.406047

Имя компонента	Единицы	Сценарий53	Сценарий54	Сценарий55	Сцена
Толщина стенки раскоса 2	mm	7	8	6	

Толщина стенки раскоса	mm	7	7	5	
Толщина стенки нижнего пояса	mm	7	7	5	
Толщина стенки верхнего пояса	mm	12	12	14	
Минимальный запас 1663.928869прочности3		1.405514	1.418289	1.157175	1.15
Масса4	кг		1680.950309	1595.259943	1612.
Минимальный запас прочности1		1.405514	1.418289	1.157175	1.15

Имя компонента	Единицы	Сценарий58	Сценарий59	Сценарий60	Сценар
Толщина стенки раскоса 2	mm	6	7	8	6
Толщина стенки раскоса	mm	6	6	6	7
Толщина стенки нижнего пояса	mm	5	5	5	5
Толщина стенки верхнего пояса	mm	14	14	14	14
Минимальный запас прочности3		1.157926	1.156121	1.154797	1.1584
Масса4	кг	1616.219315	1633.697788	1650.719228	1636.72
Минимальный запас прочности1		1.157926	1.156121	1.154797	1.1584

Имя компонента	Единицы	Сценарий63	Сценарий64	Сценарий65	Сценар
Толщина стенки раскоса 2	mm	8	6	7	8
Толщина стенки раскоса	mm	7	5	5	5
Толщина стенки нижнего пояса	mm	5	6	6	6
Толщина стенки верхнего пояса	mm	14	14	14	14
Минимальный запас прочности1		1.155328	1.354907	1.352701	1.3510
Минимальный запас прочности3		1.155328	1.354907	1.352701	1.3510
Масса4	кг	1671.226190	1663.854235	1681.332708	1698.35

Имя компонента	Единицы	Сценарий68	Сценарий69	Сценарий70	Сцена
Толщина стенки раскоса 2	mm	7	8	6	
Толщина стенки верхнего пояса	mm	14	14	14	
Толщина стенки раскоса	mm	6	6	7	
Толщина стенки нижнего пояса	mm	6	6	6	
Минимальный запас 1702.292079прочности3		1.353657	1.352019	1.356611	1.35
Масса4	кг		1719.313520	1705.320569	1722.
Минимальный запас прочности1		1.353657	1.352019	1.356611	1.35

Имя компонента	Единицы	Сценарий73	Сценарий74	Сценарий75	Сценар
Толщина стенки раскоса 2	mm	6	7	8	6

Толщина стенки раскоса	mm	5	5	5	6
Толщина стенки нижнего пояса	mm	7	7	7	7
Толщина стенки верхнего пояса	mm	14	14	14	14
Минимальный запас прочности3		1.471098	1.489072	1.502872	1.4898
Масса4	кг	1731.574714	1749.053187	1766.074627	1752.53
Минимальный запас прочности1		1.471098	1.489072	1.502872	1.4898

Имя компонента	Единицы	Сценарий78	Сценарий79	Сценарий80	Сцен
Толщина стенки раскоса 2	mm	8	6	7	
Толщина стенки раскоса	mm	6	7	7	
Толщина стенки нижнего пояса	mm	7	7	7	
Толщина стенки верхнего пояса	mm	14	14	14	
Минимальный запас прочности3		1.522801	1.503243	1.522420	1.5
Масса4	кг	1787.033999	1773.041048	1790.519521	1807.
Минимальный запас прочности1		1.522801	1.503243	1.522420	1.5

Додаток 2.
Розрахунки з економічного розділу

ЗВЕДЕНИЙ КОШТОРИСНИЙ РОЗРАХУНОК ВАРТОСТІ ОБ`ЄКТА БУДІВНИЦТВА

Спорудження ВАТ Янтарь в м. Миколаїв

Складений в поточних цінах станом на 29 вересня 2021 р.

№ п/п	Номери кошторисів і кошторисних розрахунків	Найменування глав, комплексів, робіт і витрат	Кошторисна вартість, тис.грн.			Інші витрати, тис.грн.	Загальна кошторисна вартість, тис.грн.
			гірничих робіт	будівельних робіт	устаткування,меблів та інвентарю		
1	2	3	4	5	6	7	8
		Глава 2. Об'єкти основного призначення					
1	2-1	Спорудження ВАТ "Янтарь" в м. Миколаїв	1475,096	661037,574	0,347	-	662513,017
		Разом по главі 2:	1475,096	661037,574	0,347	-	662513,017
		Разом по главах 1-7:	1475,096	661037,574	0,347	-	662513,017
		Глава 8. Тимчасові будівлі і споруди					
2	ДСТУ Б Д.1.1-1:2013 п.5.8.11	Кошти на зведення та розбирання тимчасових будівель і споруд виробничого та допоміжного призначення, передбачених проектом (робочим проектом)	-	20537,893	-	-	20537,893
		Разом по главі 8:	-	20537,893	-	-	20537,893

1	2	3	4	5	6	7	8
		Разом по главах 1-8:	1475,096	681575,467	0,347	-	683050,910
		Глава 9. Кошти на інші роботи та витрати					
3	ДСТУ Б Д.1.1-1:2013 Дод. К п. 26	Додаткові витрати при виконанні будівельних робіт у зимовий період (1,3Х0,9)%	17,259	7974,433	-	-	7991,692
		---	---	---	---	---	---
		-					
		Разом по главі 9:	17,259	7974,433	-	-	7991,692
		Разом по главах 1-9:	1492,355	689549,900	0,347	-	691042,602
		Глава 10. Утримання служби замовника					
4	ДСТУ Б Д.1.1-1:2013 Дод. К п. 44	Кошти на утримання служби замовника (включаючи витрати на технічний нагляд) (2,5 %)	-	-	-	17276,065	17276,065
		---	---	---	---	---	---
		-					
		Разом по главі 10:	-	-	-	17276,065	17276,065
		Глава 12. Проектно-вишукувальні роботи та авторський нагляд					
5	ДСТУ Б Д.1.1-1:2013 Дод. К п. 49	Вартість проектних робіт	-	-	-	-	-
6	ДСТУ Б Д.1.1-1:2013 Дод. К п. 50	Вартість експертизи проектної документації (К=1,1)	-	-	-	316,800	316,800
7	ДСТУ Б Д.1.1-1:2013 Дод. К п. 51	Кошти на здійснення авторського нагляду	-	-	-	-	-
		---	---	---	---	---	---
		-					
		Разом по главі 12:	-	-	-	316,800	316,800
		Разом по главах 1-12:	1492,355	689549,900	0,347	17592,865	708635,467
	ДСТУ Б Д.1.1-1:2013 п.5.8.16	**Кошторисний прибуток (П)**	-	410,983	-	-	410,983
	ДСТУ Б Д.1.1-1:2013 п.5.8.16	**Кошти на покриття адміністративних витрат будівельних організацій (АВ)**	-	-	-	94,802	94,802

1	2	3	4	5	6	7	8
	ДСТУ Б Д.1.1-1:2013 п.5.8.16	**Кошти на покриття ризику всіх учасників будівництва**	126,850	58611,741	0,029	1495,394	60234,014
	ДСТУ Б Д.1.1-1:2013 п.5.8.16	**Кошти на покриття додаткових витрат, пов'язаних з інфляційними процесами**	-	-	-	-	-
		Разом	1619,205	748572,624	0,376	19183,061	769375,266
		Разом крім ПДВ	1619,205	748572,624	0,376	19183,061	769375,266
	ДСТУ Б Д.1.1-1:2013 п.5.8.16	**Податок на додану вартість (ПДВ) (20 %)**	-	-	-	153875,053	153875,053
		Всього по зведеному кошторисному розрахунку	1619,205	748572,624	0,376	173058,114	923250,319
		Зворотні суми	-	-	-	-	3080,684
		у тому числі:					
	ДСТУ Б Д.1.1-1:2013 п.5.8.18.1	- від тимчасових будівель і споруд(15 %)	-	-	-	-	3080,684

Керівник проектної організації _____

Анотація.

При виконанні магістерської роботи в якості об'єктів дослідження були прийняті конструктивні рішення металевих конструкцій перекриття пиво варильного цеху в місті Миколаїв. Наукова робота полягала в дослідженні та визначенні варіантів поперечних перетинів ферм покрівлі цеху з метою зменшення маси конструкцій зі збереженням допустимих параметрів міцності иа стійкості металоконструкцій.

Після збору навантажень виконувався аналітичний розрахунок ферми, що виконана зі сталевих прямо шовних труб програмою "SCAD". З метою перевірки аналітичного розрахунку та доцільності використання обраних сортаментів труб виконувалось комп'ютерне моделювання ферми за допомогою програмного комплексу SolidWorks.

Отримані результати показали, що мінімальний запас міцності одного стрижня складає - 1,1 при необхідному запасі міцності – 1,2, а центральний стояк ферми навантажений лише на 56% .

З використанням уліти «Дослідження проектування», в якій було задано бажані характеристики елементів ферми, а саме мінімальне значення коефіцієнта запасу міцності 1,21 при мінімізації маси ферми, була підібрана оптимальна варіація перерізів елементів ферми.

З метою забезпечення цілосності ферми, що досліджується, було виконано комп'ютерне моделювання ферми з оптимізованими перерізами, яке показало наступне:

максимальне напруження в елементах ферми складає 202,5 Мпа, при допустимих значеннях напруження 225 Мпа;

максимальна деформація ферми має місце в центрі і складає 0,0205м при мінімальних допустимих прогинах 0,212 м;

значення мінімального коефіцієнту запасу міцності для єлементів ферми складає 1,2, тобто умови цілістності конструкції за граничними станами виконуються;

маса ферми до оптимізації складала 1580, 8кг, а виконання досліджень та проведення оптимізації перерізів дозволило знизити масу ферми до 1424,6 кг, тобто на 156,2 кг, або на 9,8%.

Таким чином завдання оптимізації параметрів ферми виконано.

Оптимізована конструкція трубчатої ферми прийнята для подальшого проектування.

Розроблені заходи з охорони праці з урахуванням особливостей будівництва пиво варильного цеху

Виконані кошторисні розрахунки по зведенню пиво варильного цеху в м. Миколаїв.

Аннотация.

При выполнении магистерской работы в качестве объектов исследования были приняты конструктивные решения металлических конструкций перекрытия пива варочного цеха в городе Николаев. Научная работа заключалась в исследовании и определении вариантов поперечных сечений ферм кровли цеха с целью уменьшения массы конструкций с сохранением допустимых параметров прочности и устойчивости металлоконструкций.

После сбора нагрузок производился аналитический расчет фермы, выполненной из стальных прямошовных труб программой "SCAD". Для проверки аналитического расчета и целесообразности использования выбранных сортаментов труб выполнялось компьютерное моделирование фермы с помощью программного комплекса SolidWorks.

Полученные результаты показали, что минимальный запас прочности одного стержня составляет 1,1 при необходимом запасе прочности 1,2, а центральный стояк фермы нагружен лишь на 56%.

Полученные результаты показали, что минимальный запас прочности одного стержня составляет 1,1 при необходимом запасе прочности 1,2, а центральный стояк фермы нагружен лишь на 56%.

С использованием улета «Исследование проектирования», в котором были заданы желаемые характеристики элементов фермы, а именно минимальное значение коэффициента запаса прочности 1,21 при минимизации массы фермы, была подобрана оптимальная вариация сечений элементов фермы.

В целях обеспечения целостности исследуемой фермы было выполнено компьютерное моделирование фермы с оптимизированными сечениями, показавшее следующее:

максимальное напряжение в элементах фермы составляет 202,5 МПа, при допустимых значениях напряжения 225 МПа;

максимальная деформация фермы имеет место в центре и составляет 0,0205м при минимальных допустимых прогибах 0,212м;

значение минимального коэффициента запаса прочности для элементов фермы составляет 1,2, т.е. условия целостности конструкции по предельным состояниям выполняются;

масса фермы до оптимизации составляла 1580, 8кг, а выполнение исследований и проведение оптимизации сечений позволило снизить массу фермы до 1424,6 кг, то есть на 156,2 кг или на 9,8%.

Таким образом, задача оптимизации параметров фермы выполнена.

Оптимизированная конструкция трубчатой фермы принята для дальнейшего проектирования.

Разработаны мероприятия по охране труда с учетом особенностей строительства пиво варочного цеха

Выполнены сметные расчеты по строительству пиво варочного цеха в г. Николаев.

Annotation

When performing master's work as objects researches were taken constructive solutions of metal structures of the overlap of beer brewhouse in the city of Nikolaev. The scientific work consisted in the study and determination of options for the cross-sections of the roof trusses of the workshop in order to reduce the mass of structures while maintaining the permissible parameters of strength and stability of metal structures.

After collecting the loads, an analytical calculation of the truss made of longitudinal steel pipes by the "SCAD" program was carried out. To check the analytical calculation and the feasibility of using the selected pipe assortments, a computer simulation of the truss was performed using the SolidWorks software package.

The results obtained showed that the minimum safety margin of one rod is 1.1 with the required safety margin of 1.2, and the central riser of the truss is loaded only by 56%.

Using the “Design Study” flight, in which the desired characteristics of the truss elements were set, namely the minimum value of the safety factor of 1.21 while minimizing the truss mass, the optimal variation of the truss elements cross-sections was selected.

In order to ensure the integrity of the investigated truss, a computer simulation of the truss with optimized cross-sections was carried out, showing the following:

the maximum stress in the elements of the truss is 202.5 MPa, with the allowable stress values being 225 MPa;

the maximum deformation of the truss takes place in the center and is 0.0205 m with a minimum permissible deflection of 0.212 m;

the value of the minimum safety factor for truss elements is 1.2, i.e. the structural integrity conditions for the limit states are met;

the weight of the farm before optimization was 1580.8 kg, and the research and optimization of the cross-sections made it possible to reduce the weight of the farm to 1424.6 kg, that is, by 156.2 kg or 9.8%.

Thus, the task of optimizing the parameters of the farm is completed.

The optimized truss structure is adopted for further design.

Labor protection measures have been developed taking into account the specifics of the construction of a beer brewhouse

Estim ated estimates for the construction of a beer brewhouse in Nikolaev have been made.