

“Допустити до захисту”

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

_____ В.Настоящий

"____" _____ 2021 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ОСВІТНЬО-КВАЛІФІКАЦІЙНОГО РІВНЯ
«МАГІСТР»**

на тему «Дослідження дерев'яних конструкцій будівлі
сільськогосподарського призначення з метою вибору оптимального
варіанту»

Виконав: магістрант 2 курсу, групи БІ-20МЗ(1,4)
спеціальності 192 “Будівництво та цивільна інженерія”
(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

Д. Вітряк
(прізвище та ініціали)

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

Кропивницький

2021

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

Вітряку Дмитру Юрійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту Дослідження дерев'яних конструкцій будівлі сільськогосподарського призначення з метою вибору оптимального варіанту 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 — станції Брилівка Херсонської області – додаток 1.

2. Розріз будівлі – додаток 2.

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

1.Обґрунтування об'ємно-планувального та конструктивного рішення будівлі.

2. Моделювання несучих дерев'яних конструкцій, визначення перерізів,

2. Моделювання несучих металевих конструкцій в середовищі САПР «Solid works»дослідження напруженого й деформованого стану, 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. Фасад і розрізи будівлі.3. Плани будівлі.

4.Розрахункова схема арки в середовищі SCAD. Модель завантаження арки
Результати визначення моментів та зусиль для арки,щодосліджується.

5. Дерев'яні конструкції, що досліджуються: арка деревоклеєна,

6.Результати досліджень металевих конструкцій в середовищі.Металевий каркас будівлі, що досліджується та оптимізується.

5.Креслення металевої арки з оптимізованими перерізами.

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 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)

Д Вітряк

(прізвище та ініціали)

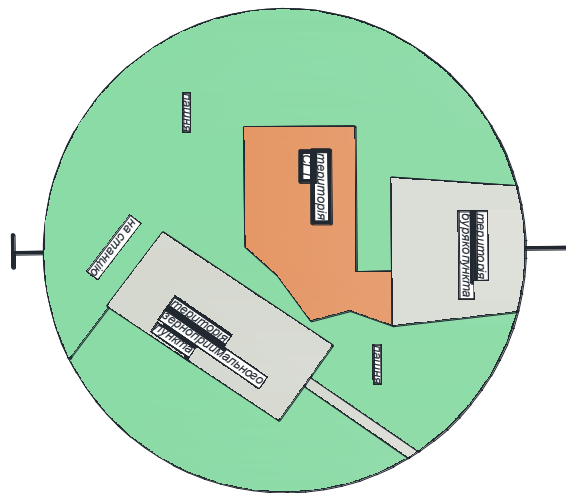
Керівник роботи

(підпис)

В. Настоящий

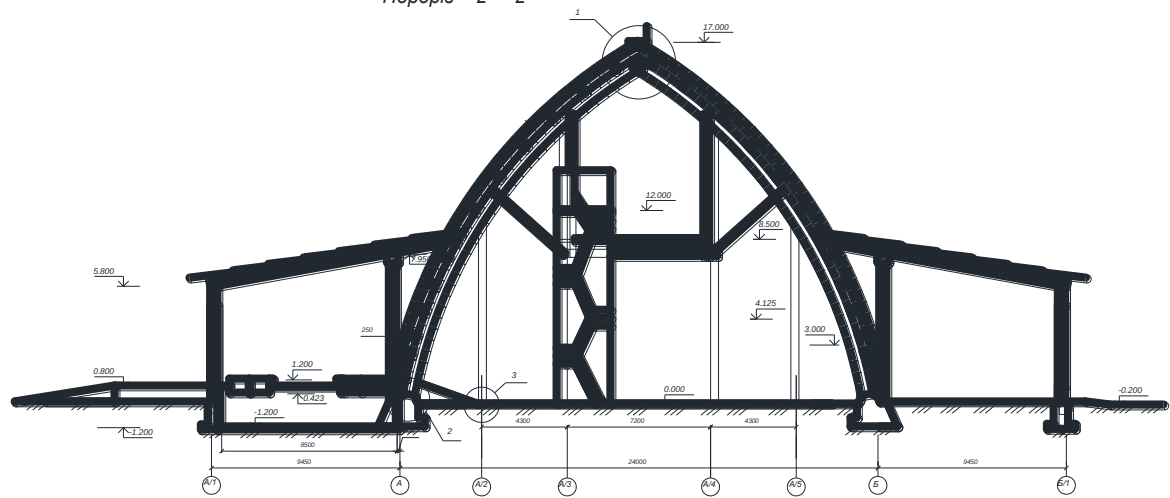
(прізвище та ініціали)

Додаток до завдання 1



Додаток до завдання 2

Переріз 2 - 2



Вступ.

Актуальність теми.

«У сучасному аграрному виробництві останніми роками зберігається стійка тенденція збільшення попиту на використання різних видів мінеральних добрив.

Зумовлений він декількома причинами. Насамперед мінеральні добрива залишаються важливим фактором інтенсифікації виробництва, збереження балансу поживних речовин і родючості ґрунту та підвищення показників рівня урожайності сільськогосподарських культур для збільшення загальної дохідності ведення бізнесу.

З іншого боку, мінеральні добрива є одним із найбільш доступних видів ресурсів для суттєвого підвищення продуктивності віддачі аграрного потенціалу сільськогосподарства за порівняно невеликий проміжок часу.

Нинішній рівень використання мінеральних добрив у вітчизняному сільському господарстві, попри позитивні тренди останніх років, залишається ще досить низьким як порівняно з рекомендаціями науковців та фахівців галузі, так і відносно показників багатьох розвинутих країн світу.» Ринок мінеральних добрив <http://agro-business.com.ua/agro/ekonomichnyi-hektar/item/10772-rynok-mineralnykh-dobryv.html>

Тому проектування та будівництво приміщень для складування мінеральних добрив, які відповідають сучасним вимогам, являється актуальною задачею.

З цією метою в магістерській кваліфікаційній роботі досліджуються варіанти виконання будівлі складу мінеральних добрив будівлі з дерев'яних та металевих конструкцій.

					ДДК 004 ПЗ			
Зм.	Арк.	№ Докум	Підпис	Дата				
Виконав	Вітряк				Дослідження дерев'яних конструкцій будівлі сільськогосподарського призначення Магістерська кваліфікаційна робота Пояснювальна записка	Літ.	Лист	Листів
Керівник	Настоящий					1		
Н. Контр.	Дарієнко					ЦНТУ гр. БІ 20МЗ		
Зав. кафедр.	Настоящий							

Використання дерев'яних конструкцій, як основи для зведення складу мінеральних добрив має наступні переваги:

деревина достатньо стійко бореться з руйнівним впливом слабких хімічних агресивних середовищ;

при рівних прольотах та навантаженнях, маса дерев'яних конструкцій в 5-6 разів менше ніж залізобетонних та металевих, а по межі вогнестійкості наближається до них.

Використання металевих конструкцій зі стандартних профілів робить будівництво більш економічним, підвищує вогнестійкість та вибухостійкість будівлі та її опір впливу зовнішніх факторів.

Для забезпечення вибору оптимальних варіантів будівельних конструкцій складу мінеральних добрив в дослідженнях використовуються системи автоматичного проектування «SCAD» та «SolidWorks».

Мета дослідження. Оцінити напружено-деформований стан основних несучих елементів будівлі з застосуванням системи автоматичного проектування «SCAD» та «SolidWorks» і підібрати оптимальний варіант виконання несучих конструкцій складу мінеральних добрив.

Задачі дослідження:

Використати систему автоматичного проектування «SCAD» та «SolidWorks» для дослідження та аналізу напружено-деформованого стану елементів дерев'яних та металевих конструкцій

Об'єкт дослідження – несучі конструкції будівлі складу мінеральних добрив в Херсонській області.

Предмет дослідження визначення напружено-деформованого стану елементів дерев'яних та металевих конструкцій та вибір оптимальних перерізів
Методи дослідження – моделювання та розрахунок на ЕОМ основних несучих дерев'яних та металевих конструкцій

Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис.	Дата

ДДК 004 ПЗ

Ст.

1.Архітектурно–будівельний розділ.

1.1.Загальна характеристика району будівництва та місцеві умови будівельного майданчика.

Склад мінеральних добрив, ємністю 4000 тон запроектований на станції Брилівка Херсонської області. Ділянка відведена під будівництво, знаходиться на території колишньої бази сільгосптехніки. Межами ділянки є: з півночі поля фермерського господарства і на відстані 600м територія збору та вивозу буряків , зі сходу розташовані сільськогосподарські поля, з півдня – під'їзна дорога та пашні, з заходу на відстані 300м, залізнична гілка.

Ділянка складу вільна від зелених насаджень та забудови. Рельєф ділянки спокійний із загальним ухилом в південно-західному напрямку до 1,5 %.

Будівництво споруди дозволяє ефективно використовувати існуючу інфраструктуру, а саме залізничну дорогу, автомобільні дороги районного значення, також діючі підприємства, що розташовані на території Брилівки:

спеціалізоване будівельно-монтажне управління № 20 треста «Херсонводбуд»;

Брилівську автобазу;

механізовану пересувну колону № 24;

Природно-кліматичні данні району будівництва визначені згідно вказівок [2]: вага снігового покриву II району та тиск вітру – для III району. В даній місцевості переважає північно-західний вітер.

Січень	Пч	Пч.Сх.	Сх	Пд.Сх	Пд	Пд.Зх	Зх	Пч.Зх
Штіль-2	$\frac{8}{4.8}$	$\frac{13}{5.1}$	$\frac{14}{5}$	$\frac{14}{5}$	$\frac{11}{5.3}$	$\frac{16}{5.6}$	$\frac{14}{6.2}$	$\frac{10}{5.8}$
Липень	Пч	Пч.Сх.	Сх	Пд.Сх	Пд	Пд.Зх	Зх	Пч.Зх
Штіль-4	$\frac{15}{4.6}$	$\frac{15}{4.4}$	$\frac{11}{3.3}$	$\frac{7}{3.3}$	$\frac{6}{3.2}$	$\frac{9}{3.8}$	$\frac{17}{4.5}$	$\frac{20}{5.1}$

Примітки: чисельник – повторюваність вітру у %

Знаменник – середня швидкість в м/с

					ДДК 004 ПЗ				Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Температура:

- середньорічна $+7^{\circ}\text{C}$;
- абсолютна мінімальна -30°C ;
- абсолютна максимальна $+38^{\circ}\text{C}$;
- середня максимальна найспекотнішого місяця $+26^{\circ}\text{C}$;
- найбільш холодної доби -26°C ;
- найбільш холодної п'ятиденки -20°C .

Розміри ділянки колишнього районного відділення $200 \times 150\text{м}$ майже прямокутної форми з найбільшими виступами з заходу та півночі.

Переважають ґрунти на ділянці - суглинки з такими характеристиками границя міцності $\gamma = 18 \text{ кН/м}^2$, щільність $\rho = 2,7 \text{ т/м}^2$, модуль міцності $E = 18 \text{ МПа}$, кут природнього зсуву $\varphi = 20^{\circ}$.

Ґрунтові води знайдені на глибині $5,5\text{--}5,6\text{м}$ від поверхні землі. Забезпечення електроенергією – повітряне, з напругою в мережі $380\text{--}220\text{В}$. Всі інші комунікації прокладені зі сторони станції Брилівка. Агрохолдинг «Авангард» є початковим для постачання мінеральних добрив полів району, тому рішення про будівництво складу допоміжних приміщень, таких як склад мінеральних добрив являється обґрунтованим.

1.2. Генеральний план ділянки зі складом мінеральних добрив.

Будівля складу мінеральних добрив розташована біля існуючих майданчиків з твердим покриттям для стоянки автотранспорту.

На відстані 50м на північний – захід розташований склад аміачної води ємністю 800м^3 , де ще на південь розміщений один з пожежних резервуарів ємністю 100м^3 . Зі сходу та заходу розміщені зелені насадження.

					ДДК 004 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Будівля, що проектується відноситься до V-ої степені вогнестійкості. Розташовані будівлі на території колишньої бази сільськогосподарської техніки забезпечують можливість проїзду та об'їзду пожежних машин та необхідні протипожежні резерви. Для пожежегасіння передбачена наявність на території двох пожежних резервуарів ємністю 100м³ кожен.

В'їзд на територію складської будівлі передбачений з південної сторони. Відведення атмосферних вод від будівлі складу може бути вирішено поперечним ухилом за вимощенням в межах 1,5%.

Для озеленення при складській території передбачено насадження дерев та кущів, посів багаторічних трав та розбивка квітників.

Тротуари та проїзди передбачаються з покриттям із дрібно зернистого асфальтобетону марки III по основі з кам'яного щебеню М-100.

Передбачені заходи з охорони навколишнього середовища:

- передбачуються огорожуючі фартухи для зменшення пило виділенню при вантажно-розвантажувальних роботах;
- при розвантаженні добрив завантаження транспортних засобів виконують всередині складу;
- відвід снігових потоків передбачено без скидання їх у відкриті водойми.

1.3.Об'ємно-планувальне рішення складу мінеральних добрив.

1.3.1.Призначення будівлі.

Глибинний склад мінеральних добрив призначений для довгострокового зберігання та видачі для занесення в ґрунт порошковидних гранульованих добрив без тари усередненою об'ємною вагою до 1,4 т/м³ та усередненим кутом природнього ухилу 36⁰.

					ДДК 004 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.3.2.Зміст складу та технологічний процес.

В глибинному складі мінеральних добрив передбачені відсіки:

- відсік калійних добрив з об'ємною вагою 1,4 т/м³, місткістю відсіку 800 т;
- відсік азотних добрив з об'ємною вагою 1,0 т/м³, місткістю відсіку 800т;
- відсік фосфатних добрив з об'ємною вагою 1,2 т/м³, місткість відсіку 1200т;
- відсік складних добрив місткість відсіку 1200т;
- відділ прийому добрив
- відділ підготовки добрив до внесення у ґрунт.

Розрахункова місткість складу передбачена в розмірі 4000т. Планується наступний режим роботи складу: при прийомі та видачі добрив кількість змін – одна, кількість робочих днів у році, пов'язаних з прийомом та видачею добрив – 70. Коефіцієнт нерівномірності використання автотранспорту – 1,5.

Сезонність використання мінеральних добрив у сільському господарстві викликають необхідність накопичення та зберігання останніх на глибинних складах. Сухі добрива без тари поступають на склад навалом в автотранспортних засобах типу Volvo, Reno, Man та транспортних причепах.

Для розвантажування автосамоскидів та авто потягів передбачене відділення прийому добрив з навісом та двома приймальними бункерами БП-3, з яких мінеральні добрива похилим стаціонарним транспортером в хімічно стійкому виконанні подаються в ківшевий елеватор ЦГ-650, який підіймає добрива на пересувний реверсивний стрічковий конвеєр П8050-80, що розподіляє мінеральні добрива по всім відсікам складу. Для обслуговування стрічкового конвеєру на відмітці 8,500 розташовується майданчик .

					ДДК 004 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

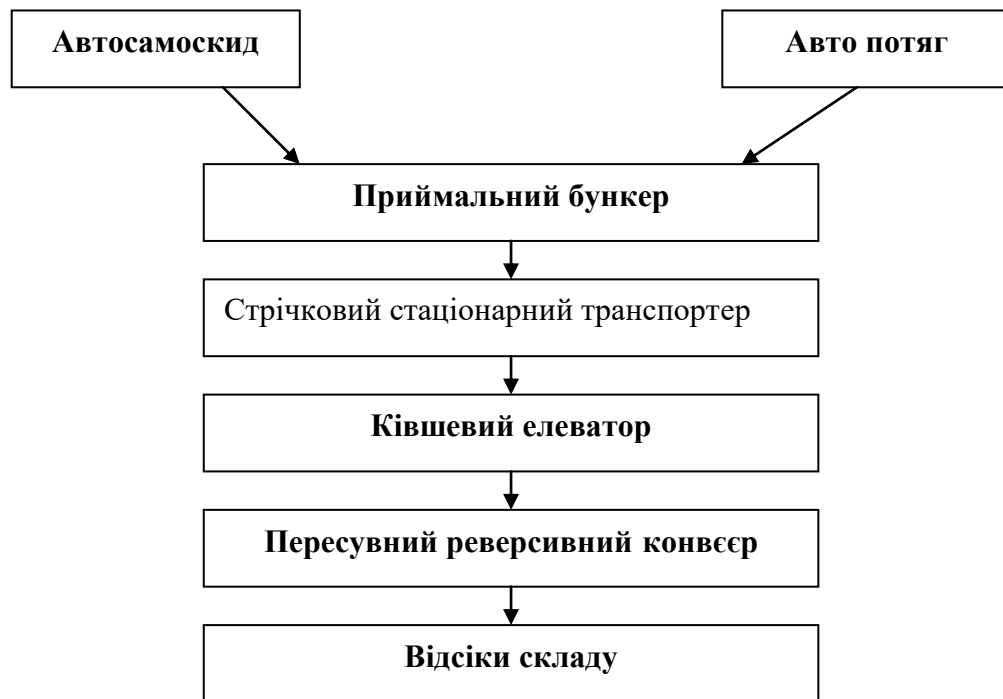


Рис1.1.Схема прийому мінеральних добрив до складу.

Залізобетонні стіни ділять склад на відсіки, в яких забезпечується висота відсипку мінеральних добрив 6,7м. В разі необхідності зупинка конвеєру над вибраним відсіком проводиться кінцевим вимикачем, який встановлено на майданчику галереї. Управління механізмами здійснюється комірником - оператором дистанційно з підлоги приймального відділення.

Фіксація встановлення авто потягів під місця розвантаження виконується за відмітками, які наводяться в процесі експлуатації на стіну складу.

Вивантаження добрив зі складу на автомобілі виконується завантажувачем ПКУ-0,8 через ворота відсіків. Цей комплекс машин та обладнання направлений на покращення технології зберігання та складської обробки добрив з найменшими трудовитратами , а також мінімізує втрати добрив.

1.4.Архітектурно-конструктивне рішення складу мінеральних добрив.

1.4.1. Каркас будівлі складу.

Будівля складу, що не опалюється, має розміри сторін у вісях 45х25м.

Склад запроектований з арок прольотом і 24м і кроком 4,5м. Вибір матеріалу арок буде обґрунтовано в дослідницькій частині . Передбачається використання арок клеєних з дерев'яних дощок та виконаних з металевого прокату. Проектна висота арок в середній частині складає 16,2м.

Для зберігання добрив передбачається 4 відсіки.

Відділ для приймання добрив розташований в осях 5-6.

Навіс, де розміщений майданчик для підготовки добрив до внесення у ґрунт, розташований здовж вісі Б у вісях 4-8 і має розміри сторін у вісях 18х9,45м. Навіс у вісях 4-7, де виконується розвантаження добрив та подача їх на транспортер, примикає до відділу приймання добрив вздовж вісі А та розташований на майданчику на відмітці 8,500.

1.4.2.Антикорозійний захист будівельних конструкцій.

Головна особливість складів для зберігання мінеральних добрив вугілля - їх використання для зберігання хімічно агресивним середовищем для більшості матеріалів, які використовуються для зведення складських будівель, внаслідок чого можливе їх швидке руйнування. Відповідно захист будівельних конструкцій від атмосферних впливів, а також антикорозійний захист від впливу продукту, що зберігається, являється важливою вимогою під час проектування та зведення будівлі. В першу чергу це відноситься до несучих конструкцій – покриття, опор, фундаментів.

Несучі конструкції каркасу та покрівлі захищають від гниття антисептиками із фтористого натрію.

Для всіх дерев'яних елементи каркасу будівлі , а саме арок, прогонів, стійок, вікон та дверей передбачено фарбування з обох сторін перхлорвініловою емаллю Х8, загальною товщиною 180-200мим

					ДДК 004 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.4.3.Протипожежні заходи.

Згідно “Типовим правилам пожежної безпеки” в приміщенні складу мінеральних добрив виділяється не менше двох місць для розміщення пожежних щитів з необхідним інвентарем, розміщено таблички з вимогами не загроможувати дороги та покажчиками проїздів, виходів з приміщення та підходів до місць розміщення пожежного інвентарю.

В будівлі передбачено дві металеві драбини: перша розташована з торця будівлі по вісі 1 з виходом на майданчик, який розміщений на відмітці 8,500 та має вихід на ходовий місток, розташований за коньком покрівлі, друга драбина, що також вихід на майданчик на відмітці 8,500, розміщена в об’ємі вертикальної башти.

1.4.4 . Характеристика основних конструктивних елементів.

1. Каркас – дерев’яні конструкції, тип і параметри яких будуть досліджені та обґрунтовані в дослідницькому та конструктивному розділах, також розглядається можливість використання несучих конструкцій зі стандартного металевого прокату.

2. Враховуючи інженерно-геологічні умови майданчика фундаменти під арки, колони навісів та стійки фахверка передбачаються мілкового закладення .

3. Стійки фахверка виконуються клеєними з деревини.

4. Щит – обрешітка складається з дерев’яних прогонів, з’єднаних поперечними та діагональними брусами.

Для стін та покрівля передбачено використання азбесто-цементних волокнистих листів уніфікованого профілю (ГОСТ 1532-77*).

При виконанні арочних конструкцій з металевого прокату покриття виконується зі сталевого профільованого настилу (Н60-845-0,8 за ТУ 34-13-3914-99) по прогонах з прокатних швелерів.

5. Балки навісів прийняті прямокутного перерізу клеєними з деревини

					ДДК 004 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. Розрахунково-дослідницький розділ.

2.1. Розрахунок покриття складу з несучими дощотоклесними арками.

2.2.1. Конструкція покрівлі будівлі

Конструкція покрівлі складається з хвилястих азбестоцементних листів, які спираються на щит-обрешітку, яка складається з 5 прогонів, що з'єднуються поперечними та діагональними брусами як являють собою жорстку у своїй плоскості конструкцію. З забезпечення спирання азбестоцементних листів розміром 120х75 см не менше ніж на 3 точки приймаємо відстань між прогонами 50 см. Щити – обрешітки прикріплюються до верхніх поясів несучих арок через крайні стійки, що забезпечується стійкість щитів із плоскості (рис.2.1).

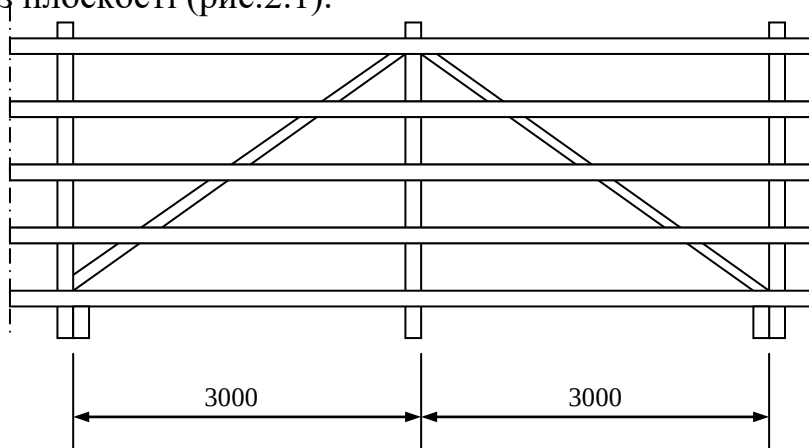


Рис.2.1. Конструкція покрівельного щита - обрешітки.

Навантаження від ваги покрівельних щитів наведено в табл..2.1.

Таблиця 2.1. Навантаження від ваги 1м² огорожуючих конструкцій.

Вид навантаження	Нормативне навантаження, кН/м ²	Коефіцієнт надійності	Розрахункове навантаження, кН/м ²
1. Азбестоцементні хвилясті листи.	0,15	1,2	0,18
2. Прогони	0,15	1,1	0,165
3. Решітка (30% ваги прогонів)	0,15	1,1	0,055
Постійне навантаження	0,35	-	1,84

2.2. Обґрунтування розрахункової схеми несучих дощатоклеєних арок

2.2.1. Геометричні розміри дощатоклеєної арки

В якості несучої конструкції приймаємо дощатоклеєну арку постійного перерізу. Геометричні розміри (рис.2.2) приймаємо з об'ємно-планувального рішення складу (розділ 1.4.): проліт $l = 24\text{м}$, стріла підйому $f = 16,2\text{м}$, крок - $4,5\text{м}$, опори залізобетонні.

Огороджуюча частина покриття складається з дерев'яних прогонів, які вкладаються на арки та щитів - обрешіток.

Визначаємо довжину хорди напіварки: $l_0 = \sqrt{f^2 + (0,5l)^2} = \sqrt{16,2^2 + 12^2} = 20,16\text{м}$

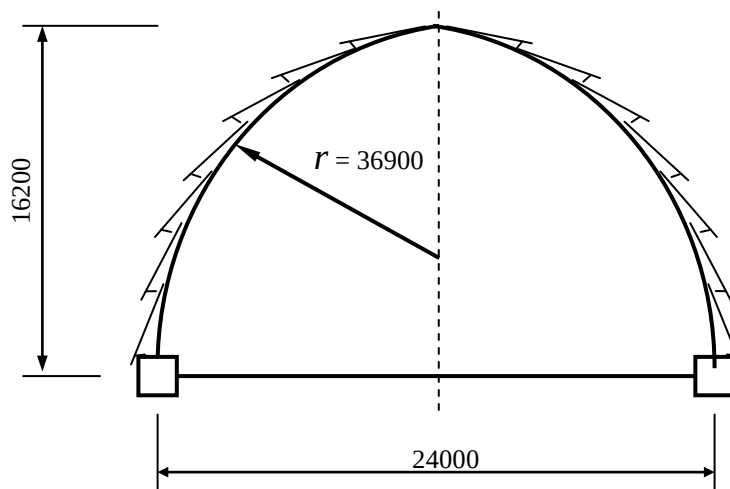


Рис.2.2. Розрахункова схема арки.

Стрілу підйому дуги напіварки приймаємо [4] $f_0 = 1,4 > l_0/15$.

Визначаємо довжину дуги напіварки: $S = \sqrt{l_0^2 + 16f_0^2/3} = \sqrt{20,16^2 + 16 \cdot 1,4^2/3} = 20,4\text{м}$.

Визначаємо радіус кривізми вісі напіварки:

$$r = \frac{l_0^2}{8f_0} + \frac{f_0}{2} = \frac{20,16^2}{8 \cdot 1,4} + \frac{1,4}{2} = 36,9\text{м}.$$

Визначаємо кут нахилу хорди напіварки до горизонту:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{f}{0,5l} = \frac{16,2}{0,5 \cdot 24} = 1,35 \quad \alpha = 53^\circ 48'.$$

Визначаємо кут φ_0 нахилу радіусу, який проходить через опору напіварки:

$$\varphi_0 = 90^\circ - \alpha - \varphi/2 = 90^\circ - 53^\circ 47' - 16^\circ 25' = 20^\circ 28'.$$

					ДДК 004 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.2 2.3Бір навантажень на дощатоклесну арку.

На арку діють постійні навантаження від власної ваги покриття (табл.2.2), арки та транспортної галереї, та тимчасові кліматичні навантаження (снігове та вітрове), і технологічні (вага тимчасового навантаження транспортерної галереї, вага навантажувального візка) .

Вважаємо, постійно навантаження на 1м^2 горизонтальної проекції покриття рівномірно розподіленим та розраховуємо з введенням коефіцієнту $K = S / 0,5l = 20,42 / 12 = 1,7$ [4], що враховує різницю між довжиною дуги напіварки ті її проекції горизонтальну площину.

Зводимо приведені навантаження у таблицю 2.2.

Для визначення розрахункових зусиль ділимо на 5 частин кожну напіварку. Центральний кут та довжина дуги, які відповідають одній частині:

$$S_1 = \frac{S}{5} = \frac{20,42}{5} = 4,09; \quad \varphi_1 = \frac{\varphi}{5} = \frac{32^{\circ}50'}{5} = 6^{\circ}52'$$

Приймаймо за початок координат ліву опору напіварки, відповідно координати центру кривизни вісі напіварки визначаються [4]:

$$x_0 = r \cos \varphi_0 = 36,9 \cdot \cos 20^{\circ}28' = 34,62 \text{ м}$$

$$y_0 = r \sin \varphi_0 = 36,9 \cdot \sin 20^{\circ}28' = 12,81 \text{ м}$$

Координати розрахункових перерізів арки визначаємо за формулами [4]:

$$x_n = x_0 - r \cos \varphi_n; \quad y_n = r \sin \varphi_n - y_0, \quad \text{де } n = (1 \dots 5) \text{ номер розрахункового перерізу.}$$

Таблиця 2.2.Збірання постійного навантаження на арку.

Вид навантаження	Нормативне навантаження g_n^H	Коефіцієнт надійності за навантаженням	Розрахункове навантаження g_n^P
1. Азбестоцементні хвилясті листи	0,15	1,2	0,18
2. Прогони дерев'яні перерізом 7,5×15см.	0,15	1,1	0,165
Щит - обрешітка (30% від ваги прогонів)	0,05	1,1	0,055
Постійне навантаження	0,35		0,4

Зосереджені навантаження від технологічного обладнання (транспортної галереї), вважаємо прикладеними у точках підвішування на відстані 2м в обидві сторони конькового шарніру, та складеними з власної ваги 4,1кН/м, тимчасового навантаження, розподіленого на 1м галереї 0,4кН/м та тимчасового навантаження від ваги розвантажувального візка – 48кН/м.

Інтенсивність рівномірно розподіленого по всьому прольоту арки навантаження вважаємо еквівалентним зосередженому навантаженні від ваги галереї, яке визначаємо з умови рівноваги моментів.

$$P_{EK} = \frac{4Pa}{l^2} = \frac{4 \cdot 4,1 \cdot 10}{24^2} = 0,286 \text{кН/м.}$$

Зводимо тимчасові навантаження зосереджені навантаження на арку в табл.2.3.

Таблиця 2.3.Зосереджені тимчасові навантаження на арку

Вид навантаження	Нормативне навантаження, кН	Коефіцієнт надійності за навантаженням	Розрахункове навантаження, кН
Постійна від ваги галереї	9,23	1,2	11,07
Тимчасова від розвантажувального візка	24	1,2	28,8
Тимчасова від рівномірно розподіленого навантаження на транспортну галерею	0,9	1,4	1,26
Сумарне тимчасове навантаження	24,9		30,6

Снігове навантаження з урахуванням коефіцієнту форми покриття [4]:

$$P_{CH}^H = 1,4 \cdot 0,4 = 0,56 \text{кН/м}^2.$$

Власна вага дерев'яної арки в з урахуванням нормативної ваги покриття:

$$g_{ВД} = \frac{(g_n^H + P_{CH}^H + P_{EK})}{(1000/K_{BB} \cdot l) - 1} = \frac{0,35 + 0,56 + 0,286}{(1000/4 \cdot 24) - 1} = 0,0972 \text{кН/м}^2.$$

Постійне рівномірно розподілене нормативне навантаження:

$$g_{по}^H = g_n^H + P_{EK} + g_{ВД}^H = 0,35 + 0,285 + 0,097 = 0,732 \text{кН/м}^2.$$

					ДДК 004 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Коефіцієнт відношення власної ваги арки до нормативної ваги снігового навантаження [5]:

$$g_{no}^H / S_0 = 0,731 / 0,7 = 1,06, \quad n = 1,4.$$

Визначаємо розрахункове снігове навантаження на 1 м^2 горизонтальної поверхні покриття:

$$g_{CH}^P = 0,56 \cdot 1,4 = 0,785 \text{ кН/м}^2.$$

Постійне навантаження від власної ваги покриття та арки та рівномірно розподілені розрахункові навантаження на 1м горизонтальної проекції арки :

$$g_{CH}^P = 0,784 \cdot 4,5 = 3,52 \text{ кН/м}.$$

$$g_n^P = (0,4 + 0,097 \cdot 1,1) 4,5 = 2,28 \text{ кН/м},$$

Вітрове навантаження визначаємо згідно [5]

$$\omega_b^P = K C \omega_o^B n,$$

де K – коефіцієнт, який залежить від висоту споруди (при висоті складу 17м визначаємо коефіцієнт K методом інтерполяції з врахування $K = 0,9$ для висоту будівлі 10м),

C_1 – аеродинамічний коефіцієнт який приймається на ділянці активного тиску з навітряного боку $C_1 = 0,7$,

коефіцієнт від'ємного тиску $C_2 = -1,2$,

коефіцієнт для нижньої частини будівлі $C_4 = -0,4$,

ω_o^B - нормативний швидкісний потік, приймаємо для II вітрового району $0,45 \text{ кН/м}^2$ [5] ,

$n = 1,4$ – коефіцієнт перенавантаження [5].

Таким чином розрахункове вітрове навантаження на 1м арки за ділянками:

$$\omega_1 = 0,65 \cdot 0,71 \cdot 0,45 \cdot 1,4 \cdot 4,5 = 0,86 \text{ кН/м};$$

$$\omega_2 = \omega_3 = -0,77 \cdot 1,2 \cdot 0,45 \cdot 1,4 \cdot 4,5 = -1,75 \text{ кН/м};$$

$$\omega_4 = -0,65 \cdot 0,4 \cdot 0,45 \cdot 1,4 \cdot 4,5 = -0,49 \text{ кН/м}.$$

Рівнодіючі вітрового тиску:

					ДДК 004 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$W_1 = \omega_1 3,26 S_1 = 0,86 \cdot 2,26 \cdot 4,08 = 11,45 \text{ кН},$$

$$W_2 = W_3 = \omega_2 \cdot 1,74 S_1 = -1,75 \cdot 1,74 \cdot 4,08 = -12,6 \text{ кН},$$

$$W_4 = \omega_4 3,26 S_1 = -0,49 \cdot 3,26 \cdot 4,08 = 6,54 \text{ кН},$$

З урахуванням прийнятих розмірів та визначених навантажень в розрахунковому комплексі SCAD побудована та реалізована модель несучої арки будівлі складу мінеральних добрив для визначення навантажень на арку, що досліджується.

На рис.2.2 наведена розрахункова модель арки, на рис.2.3—2.6 моделювання завантаження арки в середовищі SCAD.

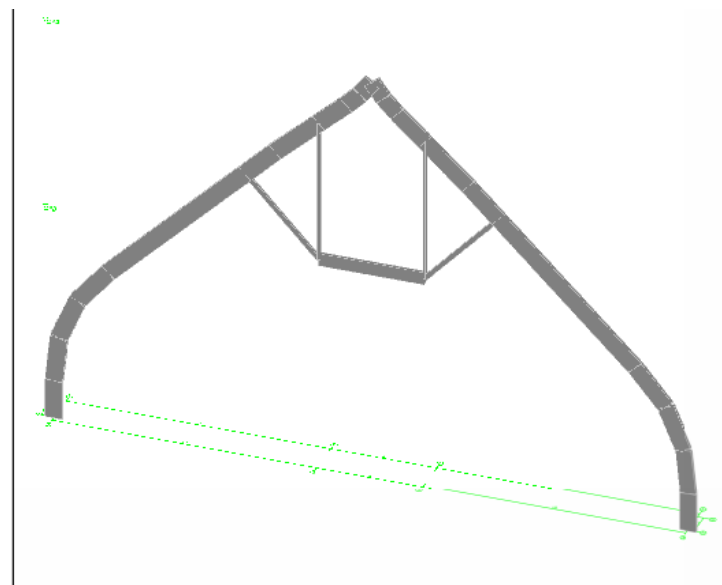


Рис.2.2. Розрахункова схема арки в середовищі SCAD

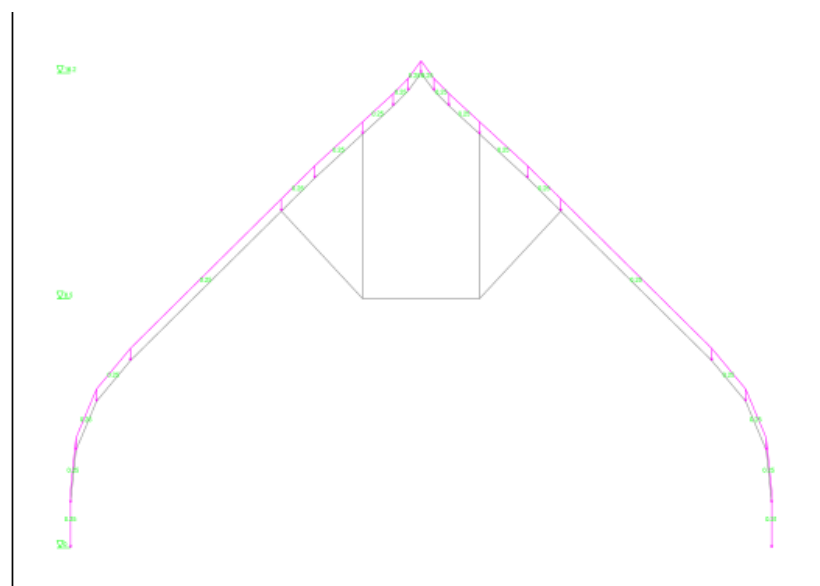


Рис.2.3. Розрахункова схема завантаження арки постійним навантаженням

					ДДК 004 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

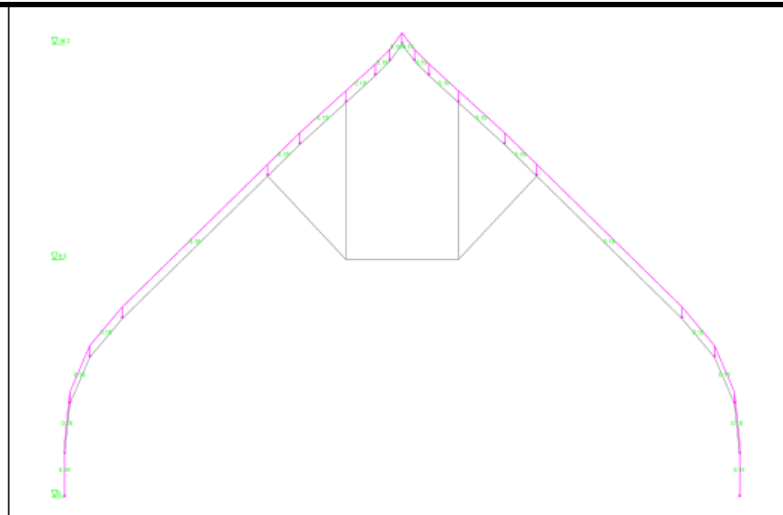


Рис.2.4. Розрахункова схема завантаження арки сніговим навантаженням

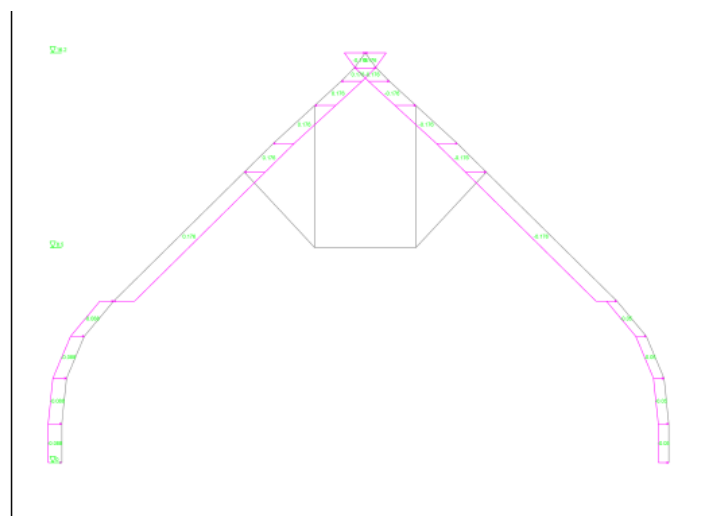


Рис.2.6. Розрахункова схема завантаження арки вітровим навантаженням

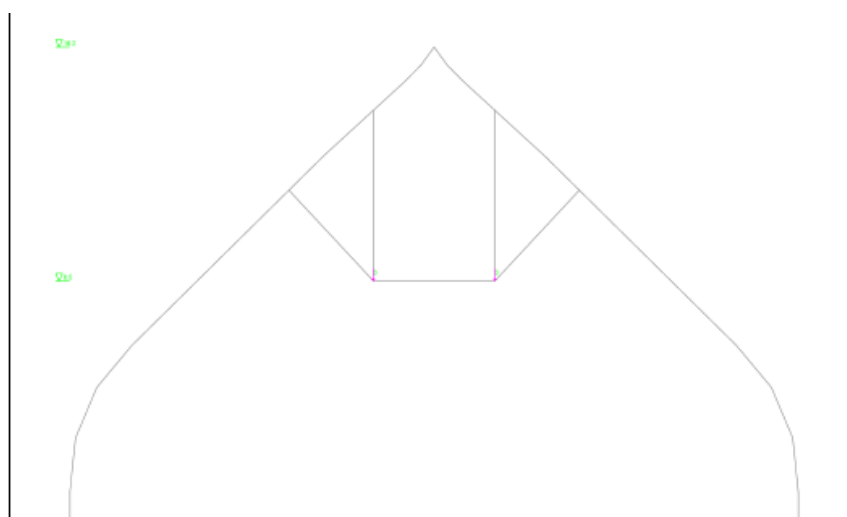


Рис.2.5. Розрахункова схема завантаження арки навантаженням від технологічного обладнання

					ДДК 004 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На рис.2.6—2.14 та в табл. 2.4—2.6 наведено епюри навантажень та результати розрахунків навантажень, які діють на арку.

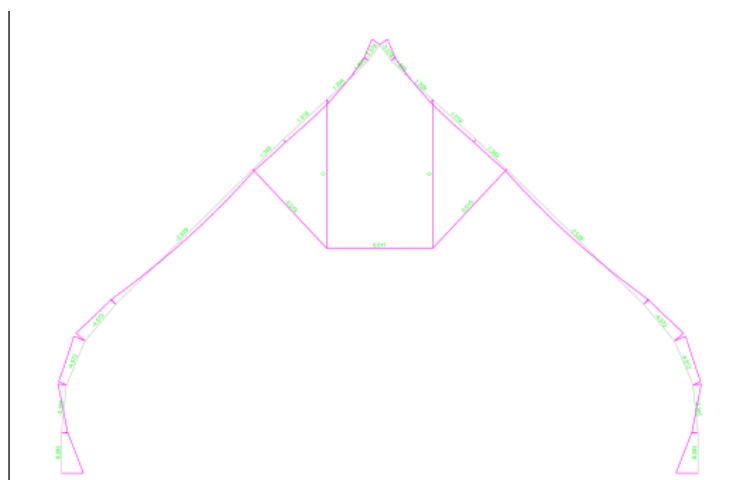


Рис.2.6. Епюра згинальних моментів, що діють на арку від постійного та снігового навантаження.

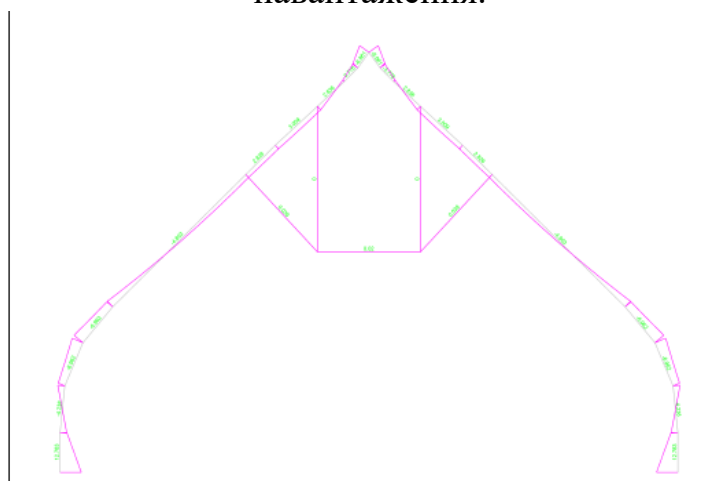


Рис.2.7. Епюра згинальних моментів, що діють на арку від тимчасового навантаження (сніг+ транспортне обладнання*0,9)

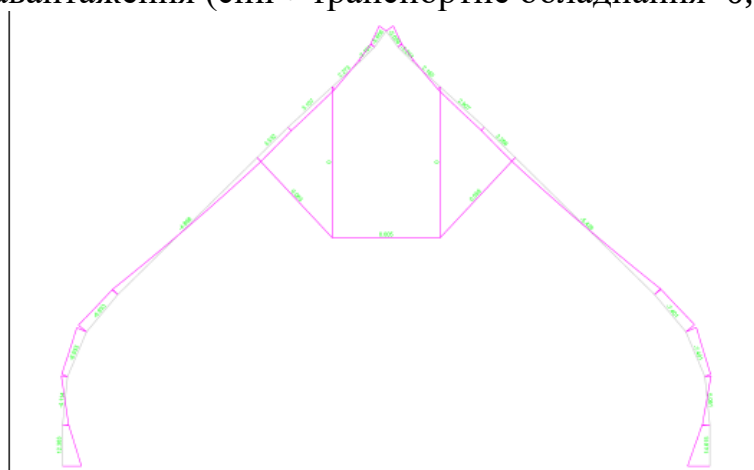


Рис.2.8. Епюра згинальних моментів, що діють на арку від постійного та тимчасового навантаження (сніг+вітер+технологічне обладнання)*0,9)

					ДДК 004 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

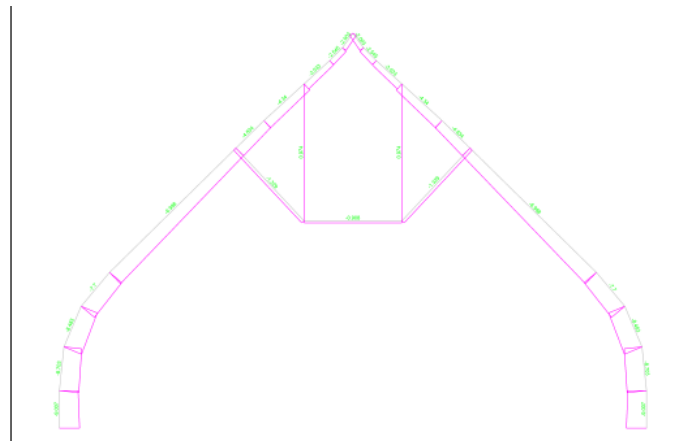


Рис.2.9. Епюра поздовжніх сил, які діють на арку від постійного та снігового навантаження.

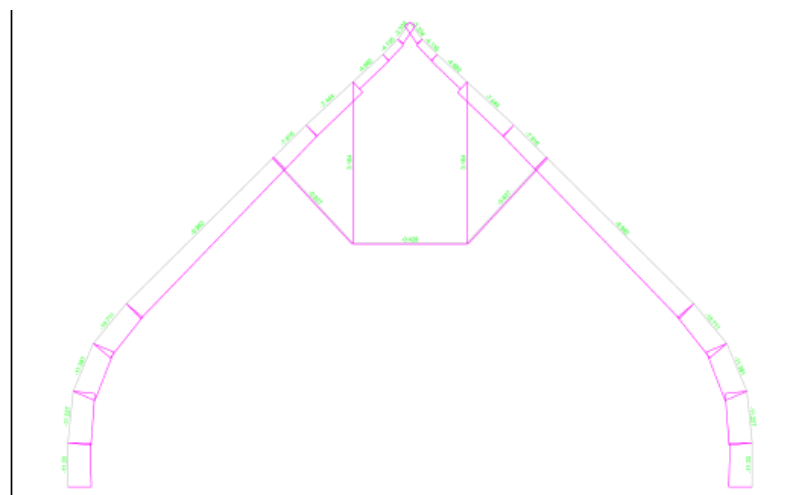


Рис.2.10. Поздовжні сили, що діють на конструкцію від навантаження постійного та тимчасового (сніг+технологічне обладнання*0,9).

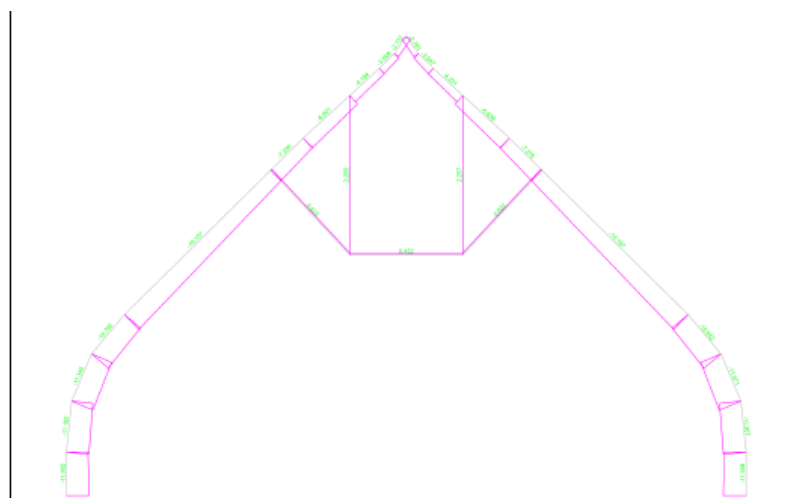


Рис.2.11. Поздовжні сили, що діють на конструкцію від навантаження постійного та тимчасового (сніг+вітер+обладнання)*0,9)

					ДДК 004 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

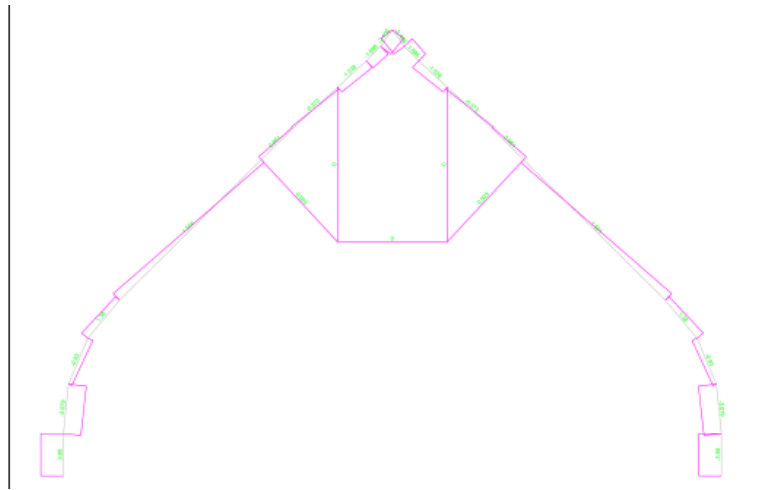


Рис.2.12. Епюра поперечних сил, що діють на конструкцію від постійного та снігового навантаження.

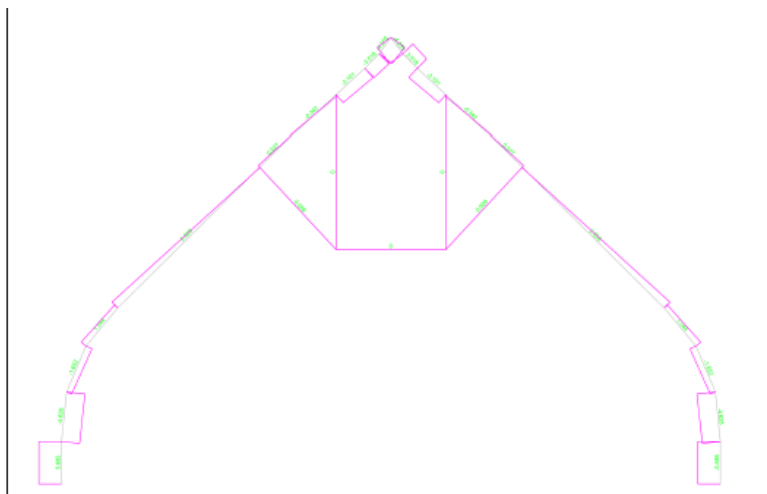


Рис.2.13. Епюра поперечних сил, що діють на конструкцію від навантаження постійного та тимчасового (сніг+обладнання*0,9).

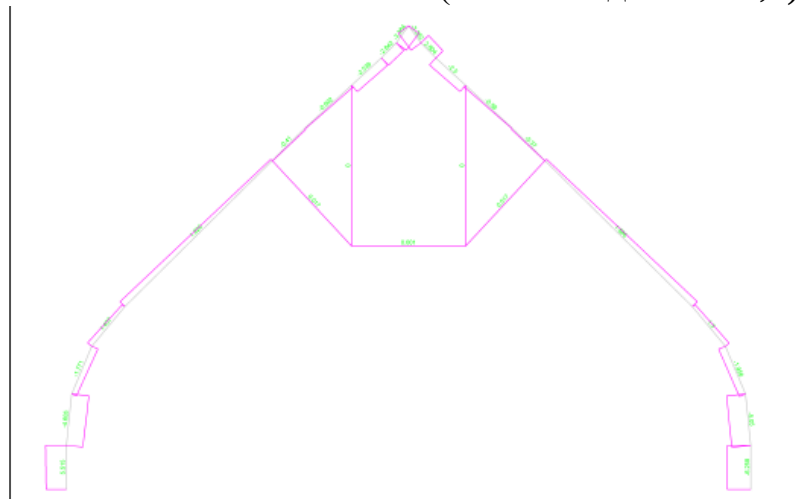


Рис.2.14. Епюра поперечних сил, що діють на конструкцію від навантаження постійного та тимчасового (сніг+вітер+технологічне обладнання)*0,9)

					ДДК 004 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.4. Згинальні моменти М(кНм), що діють на конструкцію.

№ перерізу	Тип навантаження, кНм							Поєднання навантажень		
	Від власної ваги	Снігове зліва	Снігове справа	Снігове повне	Вітрове зліва	Вітрове справа	Тимчасове від обладнання	Постійне, сніг плюс обладнання	Постійне плюс (сніг+обладнання)*0,9	Постійне плюс (сніг+вітер+обладнання)*0,9
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	12,18	1,55	-2,47	-0,92	12,79	-13,77	-7,27	13,73	7,03	18,54
3	18,13	3,89	-4,89	-1	14,31	-21,31	-9,35	22,02	13,22	26,09
4	26,26	8,88	-4,57	4,31	2,59	-26,11	5,09	35,14	38,83	41,16
5	29,67	8,57	-2,14	6,43	-6,63	-17,92	37,28	66,95	70,94	64,96
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	29,67	8,57	-2,14	6,43	-6,63	-17,92	37,28	66,95	70,94	64,96
8	26,26	8,88	-4,57	4,31	2,59	-26,11	5,09	35,14	38,83	41,16
9	18,13	3,89	-4,89	-1	14,31	-21,31	-9,35	22,02	13,22	26,09
10	12,18	1,55	-2,47	-0,92	12,79	-13,77	-7,27	13,73	7,03	18,54
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Таблиця 2.5. Поперечні сили Q (кН), що діють на конструкцію.

№ перерізу	Навантаження, кН							Поєднання навантажень		
	Від власної ваги	Снігове зліва	Снігове справа	Снігове повне	Вітрове зліва	Вітрове справа	Тимчасове від обладнання	Постійне, сніг плюс обладнання	Постійне плюс (сніг+обладнання)*0,9	Постійне плюс (сніг+вітер+обладнання)*0,9
1	4,22	0,34	0,54	0,89	3,71	-1,61	4,82	3,28	0,85	1,12
2	3,93	1,55	-5,47	-0,92	2,79	-13,77	-7,27	13,73	7,03	4,54
3	2,68	3,89	-4,89	-1	4,31	-41,31	-9,35	22,02	13,21	8,09
4	3,71	8,88	-14,57	4,31	2,59	-26,11	5,09	35,14	18,85	11,16
5	3,19	8,57	-2,14	6,43	-6,63	-17,92	37,28	26,95	70,94	-27,96
6	-9,25	-1,94	-0,54	-2,48	0,69	-4,61	-13,5	-22,75	-23,63	15,08
7	11,67	8,57	-2,14	6,43	-6,63	-15,92	17,28	26,95	70,94	64,96
8	1,26	8,88	-12,57	4,31	2,59	-26,11	5,09	35,14	38,83	41,16
9	-0,13	3,89	-4,89	-1	4,31	-21,31	-9,35	22,02	13,42	26,09
10	0,81	1,55	-15,47	-0,92	2,79	-13,77	-7,27	13,73	7,03	18,54
11	-4,61	0,34	0,54	0,89	3,71	3,97	1,34	-3,67	-2,45	1,12

Таблиця 2.6. Поздовжні сили N (кН), що діють на конструкцію

№ перерізу	Навантаження, кН							Поєднання навантажень		
	Від власної ваги	Снігове зліва	Снігове справа	Снігове повне	Вітрове зліва	Вітрове справа	Тимчасове від обладнання	Постійне, сніг плюс обладнання	Постійне плюс (сніг+обладнання)*0,9	Постійне плюс (сніг+вітер+обладнання)*0,9
1	-41,66	-5,89	-4,29	-10,18	6,75	4,22	-35,02	-76,68	-82,39	-77,55
2	-37,22	-5,88	-4,29	-10,17	7,4	5,93	-35,04	-43,12	-77,93	-73,9
3	-32,62	-5,78	-4,29	-10,07	7,78	5,68	-35,32	-38,4	-73,08	-68,97
4	-27,82	-5,62	-4,33	-9,95	8,01	5,71	-35,34	-33,44	-67,66	-64,06
5	-14,8	-1,69	-4,3	-5,99	4,1	5,19	-35,52	-49,44	-51,72	-47,33
6	-12,3	-4,27	-4,27	-8,54	3,93	7,25	-35,55	-25,87	-32,2	-28,51
7	-23,15	-4,3	-1,69	-5,99	4,01	5,67	-35,62	-58,4	-59,72	-56,18
8	-28,46	-4,33	-5,62	-9,95	4,57	4,26	-35,68	-32,79	-68,3	64,7
9	-33,31	-4,29	-5,78	-10,08	4,47	5,13	-35,75	-37,6	-73,77	-65,5
10	-37,43	-4,29	-5,28	-10,17	5,2	5,81	-35,06	-41,72	-78,72	-74,1
11	-41,66	-4,29	-5,89	-10,18	5,4	4,61	-35,02	-76,68	-78,27	-77,66

2.3. Підбір перерізів клеєщатої арки .

Для виготовлення арок будівлі складу мінеральних добрив приймаємо пиломатеріали деревени сосни II сорту товщиною 3,3см. Коефіцієнт надійності за призначенням будівлі $\gamma_n = 0,95$. Розрахункова висота поперечного перерізу арки пролітом $l = 24\text{м}$ знаходиться в межах [4]

$$(1/40-1/50)l = (1/40-1/50)2400=60-48\text{см}$$

Згідно [6] при перерізі $h \leq 60\text{см}$: товщина шару $\delta = 3,3\text{см}$, відношення $r/\delta = 3690/3,3 = 1118 > 500$;

коефіцієнти умов роботи деревени

$$m_H = 1,2; m_\delta = 0,96; m_c = 1; m_H = 1; m_b = 0,9.$$

Попередньо визначаємо розміри перерізу площу F_{ROC} та момент опору W_{ROC} , вирішивши кубічне рівняння за [6].

$$\frac{N}{F_{ROC}} + \frac{M_d}{W_{ROC}} \leq R_c, \text{ приймаючи } \frac{h}{b} = \beta \Rightarrow h^3 - \frac{\beta N h}{R_c} - \frac{6 \beta M}{\xi R_c} = 0$$

$$h^3 + 3ph + 2g = 0, \text{ де } B = 5 \div 6, \xi = 0,5 \div 0,8.$$

					ДДК 004 ПЗ		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Для розрахункового перерізу 5, $M=70.96$ кНм, $N = -59,74$ кН (табл.. 2.3, 2.4).

Приймаємо [6] $\beta = \frac{h}{b} = 5,5$; $\xi = 0,65$;

$$g = \frac{-3 \cdot 5,5 \cdot 70,96}{0,65 \cdot 14,19} = 126,9 \text{ кН}$$

$$P = \frac{-5,5 \cdot 59,74}{0,32 \cdot 14,19} = 7,72 \text{ кН}$$

та отримуємо попередню висоту перерізу

$$h = \sqrt[3]{g + \sqrt{g^2 + p^3}} = \sqrt[3]{126,9 + \sqrt{126,9^2 + 7,72^3}} = 644 \text{ мм.}$$

Відповідно ширина перерізу

$$b = \frac{644}{5,5} = 117 \text{ мм.}$$

Приймаємо поперечний переріз арки $b \times h$ 120×660, при цьому висота перерізу складається з 20 шарів товщиною 66мм кожний (рис. 2.15).

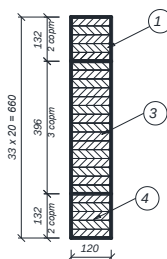


Рис. 2.15. Поперечний переріз дощотокленної арки.

Перевіряємо стійкість арки:

Визначаємо гнучкість за [6]:

$$\lambda = \frac{l_0}{r} = \frac{0,58S}{\sqrt{\frac{I_{BP}}{F_{BP}}}}$$

де $l_0=20,4$ м довжина хорди напіварки,

r - радіус інерції перерізу

$$\lambda = \frac{l_0}{r} = \frac{0,58 \cdot 20,4}{\sqrt{\frac{0,29}{0,66}}} = 62.$$

					ДДК 004 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Коефіцієнт повздовжнього згину ξ

$$\xi = \frac{1 - \lambda^2 N_B}{l \cdot R_c \cdot F_{OP}}$$

$N_B = 32,2$ кН - найбільше стискаюче зусилля у ключовому шарнірі,

F_{OP} - площа перерізу арки (рис.2.15)

$$\xi = \frac{1 - 62^2 \cdot 32,2 \cdot 10^3}{3000 \cdot 14,19 \cdot 120 \cdot 660} = 0,95,$$

Згинаючий момент $M_d = \frac{M}{\xi} = \frac{70,94}{0,95} = 74$ кНм.

Розрахунковий момент опору перерізу (рис.2.15)

$$W_{ROC} = bh^2 / 6 = 120 \cdot 660^2 / 6 = 87,12 \cdot 10^5 \text{ мм}^3.$$

Умова забезпечення стійкості:

Стискаючі напруження не повинні перевищувати критичні напруження

$$\frac{N}{F_{ROC}} + \frac{M_d}{W_{ROC}} = \frac{59,72 \cdot 10^3}{72,9 \cdot 10^3} + \frac{74 \cdot 10^6}{8,715 \cdot 10^6} = 0,819 + 8,49 = 9,4 < 14,19 \text{ МПа.}$$

Умова стійкості виконується.

2.4. Дослідження можливості використання металевих несучих конструкцій в будівлі складу.

Розглядаємо використання металевих арок в якості несучих конструкцій каркасу будівлі складу мінеральних добрив.

Геометричні розміри металевої арки приймаємо аналогічними розмірам дощатоклеєної арки: проліт $l = 24$ м, стріла підйому $f = 16,2$ м, крок - 4,5м (п.2.2.1).

Матеріал арки прокат сталь класу С 245 з границею міцності

$$R_y = 240 \text{ МПа}$$

На рис. 2.16. наведено ескіз запропонованої металевої арки.

					ДДК 004 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

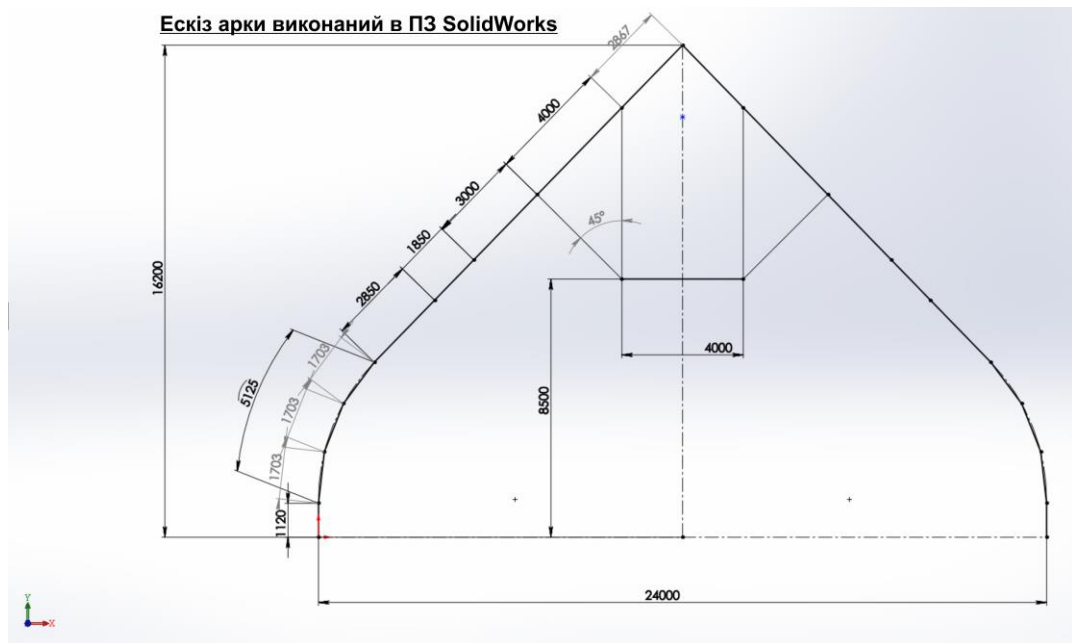


Рис. 2.16. Ескіз металевої арки каркасу будівлі складу.

Таблиця 2.7. Збір постійних навантажень на металеву арку.

№ п/п	Найменування навантажень	Нормативне навантаження g_m^H (кН /м ²)	Коефіцієнт надійності за навантаженням γ_f	Розрахункове навантаження g_m^P (кН./м ²)
1.	Профільований настил	0,21	1,2	0,252
2.	Прогони металеві	0,16	1,1	0,176
3.	Власна вага металевої арки	0,5	1,2	0,6
4.	Всього власна вага арки з покриттям	0,87		1,028

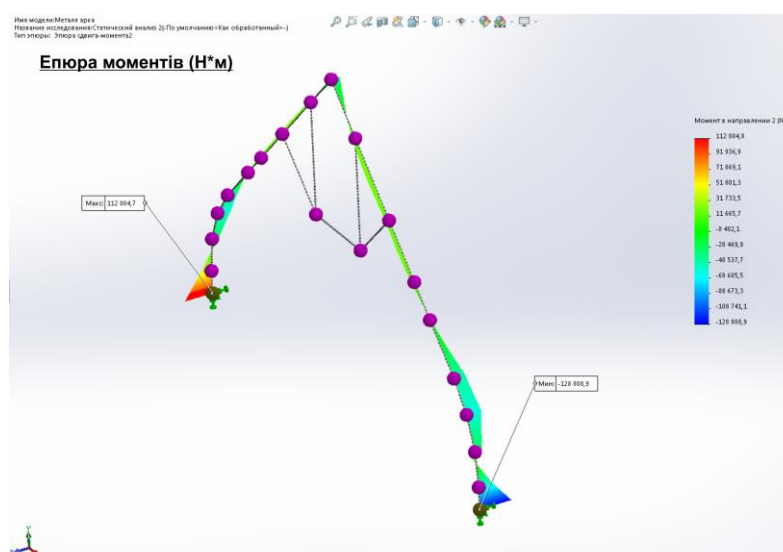
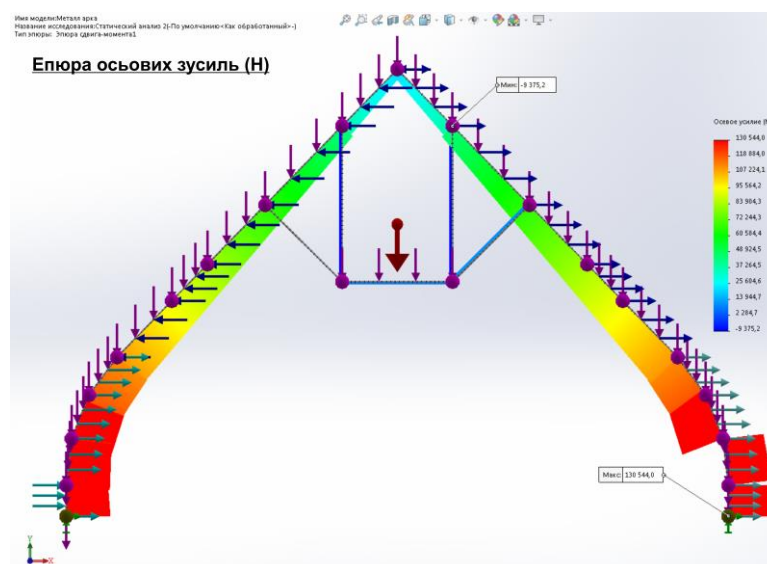
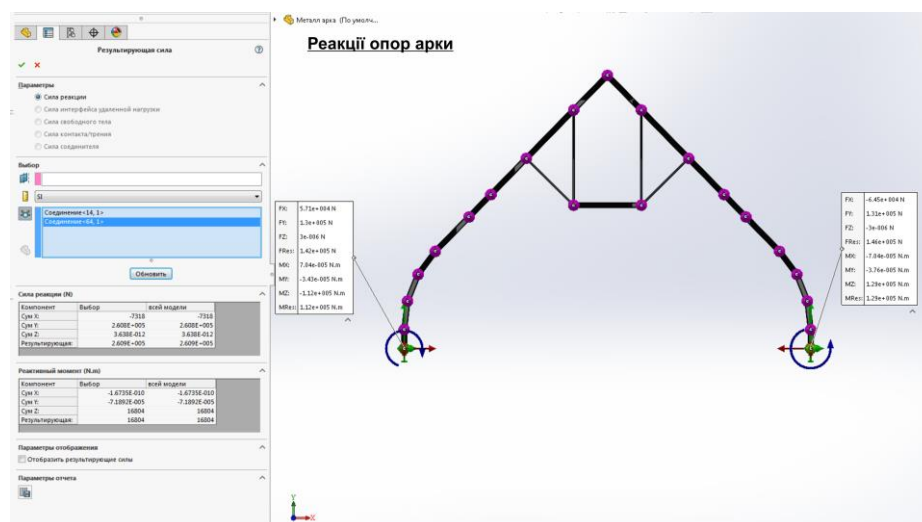
Постійні навантаження від транспортної галереї та тимчасові кліматичні снігові та вітрові навантаження, а також технологічні від ваги тимчасового навантаження транспортерної галереї, ваги навантажувального візка розраховуємо так само, як і для дерев'яної арки (розділ 2.2.2., табл.2.3).

Постійне навантаження від власної ваги покриття та металевої арки і рівномірно розподілені розрахункові навантаження на 1м горизонтальної проекції:

$$g_{cm}^P = 0,784 \cdot 4,5 = 3,52 \text{ кН/м.}$$

$$g_{nm}^P = (0,4 + 0,097 \cdot 1,1) 4,5 = 2,28 \text{ кН/м,}$$

					ДДК 004 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



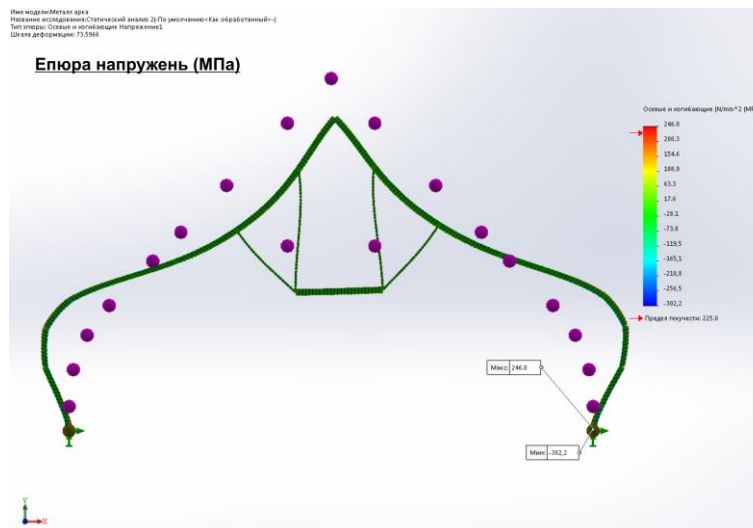


Рис.2.21. Епюра напружень в перерізах металевої арки

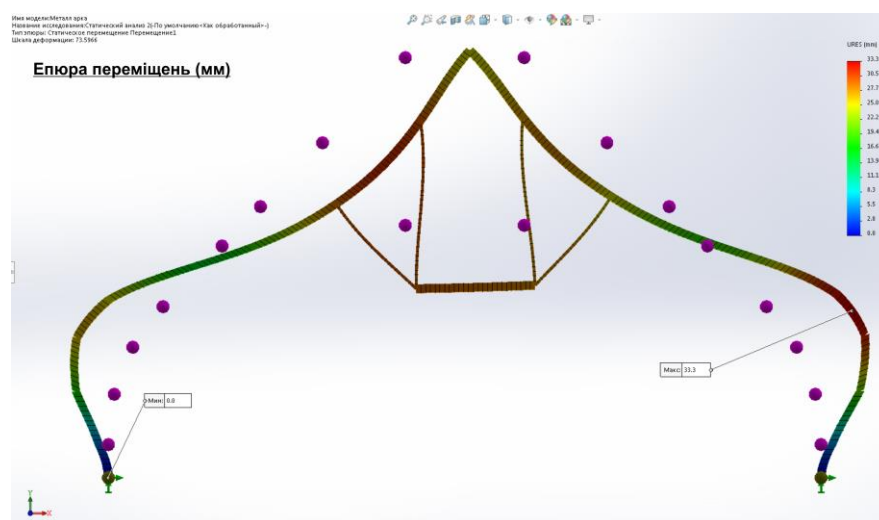


Рис.2.21. Епюра переміщень металеві арки

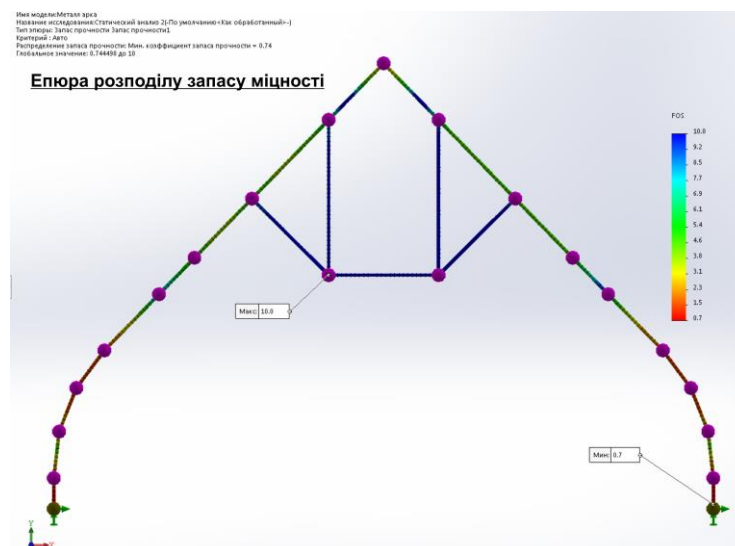


Рис.2.22. Епюра розподілу запасу міцності по перерізам металевої арки.

					ДДК 004 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Аналіз результатів комп'ютерного моделювання напружено - деформаційного стану металевої арки показав, що при використанні двотавра 30а максимальні напруження в перерізах поблизу опор ($\sigma_{\max} = 246 \text{ МПа}$) перевищують границі міцності матеріалу ($R_c = 240 \text{ МПа}$).

Відповідно значення коефіцієнта запасу міцності для цих перерізів складає $k_{\min}=0,7$, при тому що рекомендовані значення коефіцієнта запасу міцності повинні бути не менше 1,2 [8].

Для уточнення розподілу напружень по перерізу арки застосовуємо інструмент «зондування», і визначаємо напруження на 9 ділянках кожної напіварки.

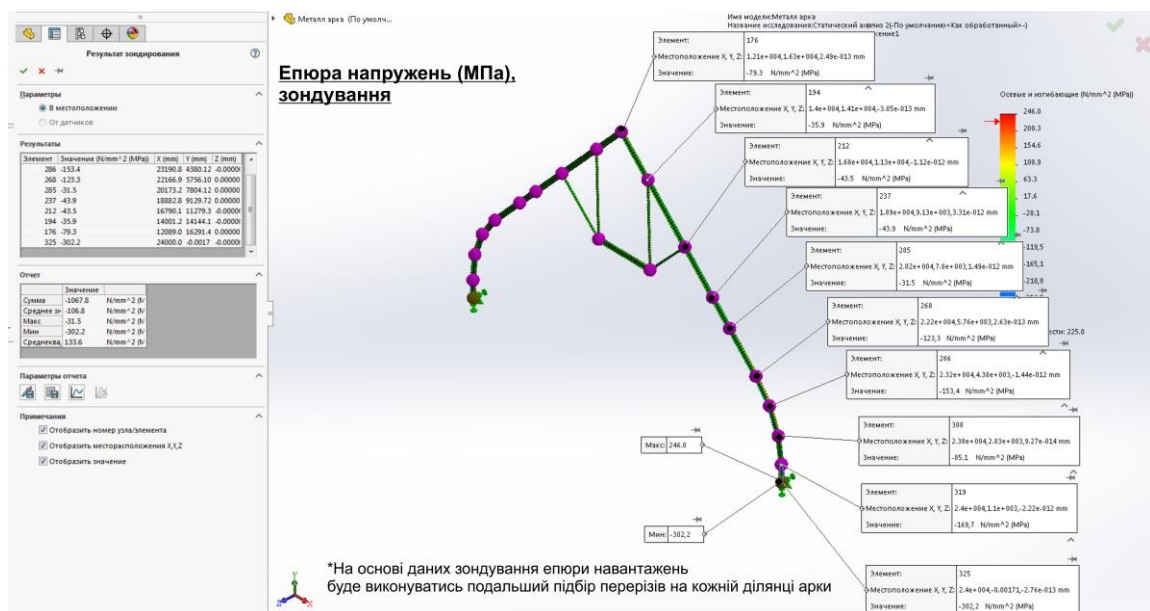


Рис.2.23. Розподіл напружень по перерізам металевої арки.

На підставі даних зондування епюри навантажень виконуємо підбір сортаменту перерізів на кожній ділянці арки.

Результати підбору сортаменту перерізів наведено на рис.2.24 та в табл.2.8.

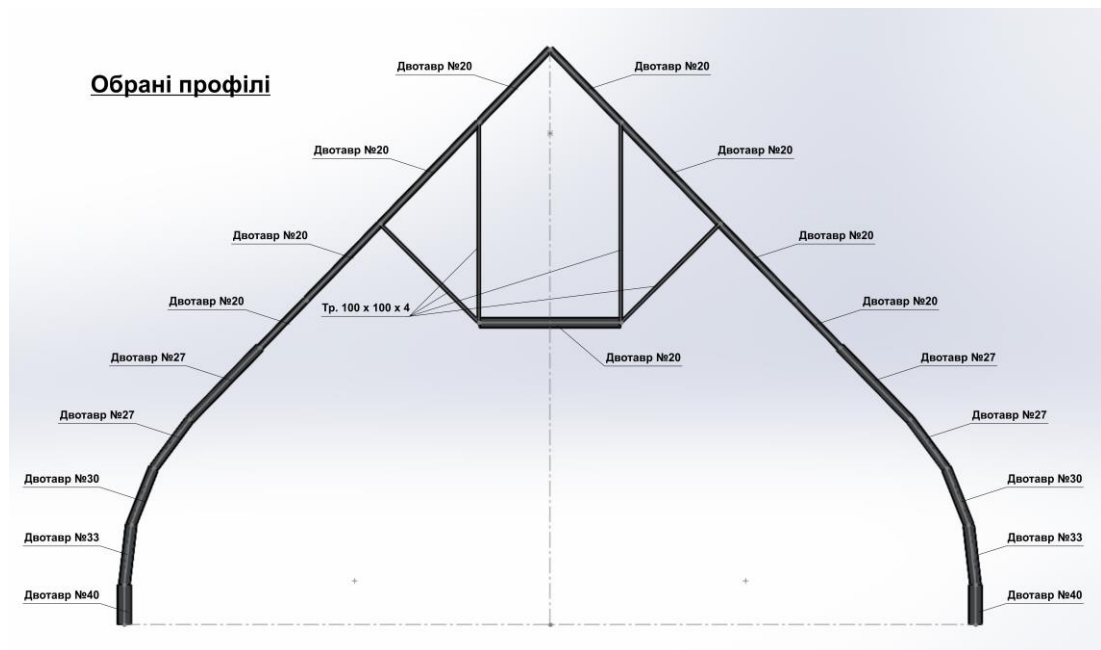


Рис.2.24. Підбір сортаментів перерізів арки на підставі зондування епюри навантажень

Таблица 2.8. Розподіл напружень по секторам перерізів металевої арки.

№ сектора (рис.2.23)	Напруження МПа	Підібраний сортамент
1.	302,2	Двотавр №40
2.	169,7	Двотавр №33
3.	85,1	Двотавр №30
4.	153,4	Двотавр №27
5.	123,3	Двотавр №20
6.	31,5	Двотавр №20
7.	43,9	Двотавр №20
8.	43,5	Двотавр №20
9.	49,3	Двотавр №20

З метою забезпечення умов міцності металевої арки з заміненними перерізами за граничними станами виконуємо комп'ютерне моделювання арки в програмному комплексі «Solid works».

Результати дослідження з заміненними профілями шляхом комп'ютерного моделювання наведено на рис. 2.25-2.

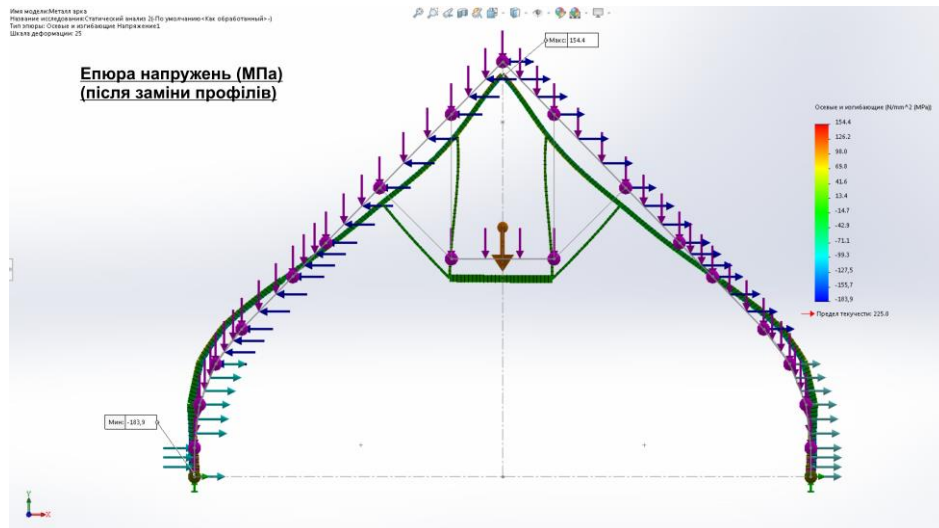


Рис.2.25. Епюра напругень в перерізах металевої арки з оптимізованих профілів.

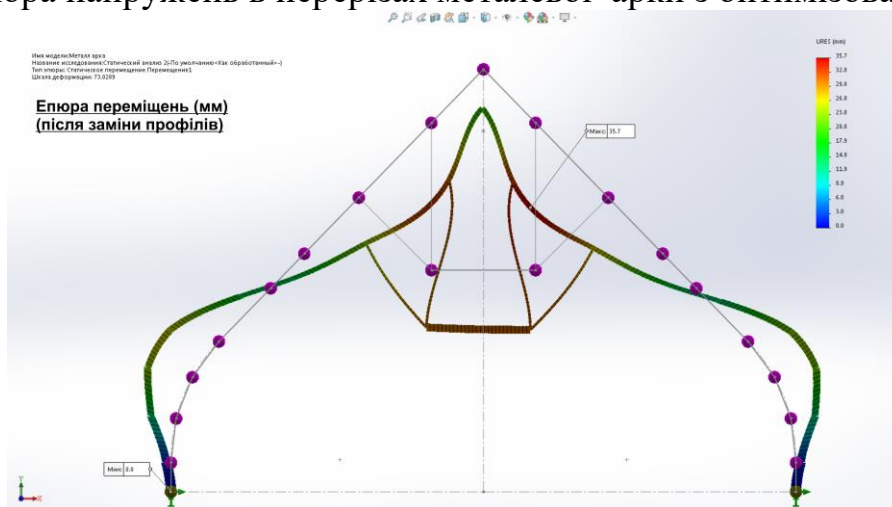


Рис.2.26. Епюра переміщень металевої арки з оптимізованих профілів

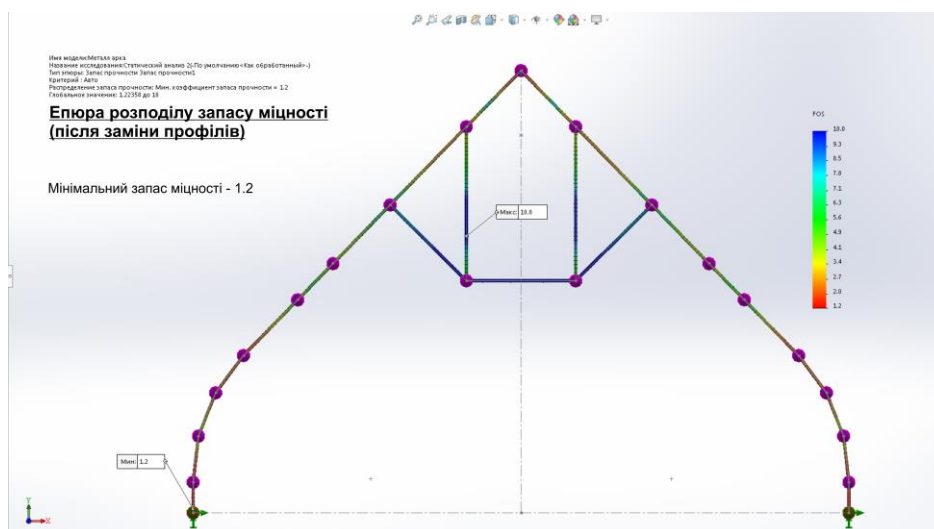


Рис.2.25. Епюра розподілу запасу міцності в перерізах металевої арки з оптимізованих профілів.

Аналіз результатів комп'ютерного моделювання металевої арки з оптимізованих профілів показав:

- Максимальні напруження в перерізах арки становлять 193 МПа, що задовольняють умовам міцності, так як границя міцності матеріалу арки складає $R_c = 240$ МПа;
- Максимальні вертикальні переміщення арки складають 0,037мм, або 1/648 прольоту, що менше допустимого (1/228) [7], таким чином умови не руйнування арки за другою групою граничних станів виконуються;
- Мінімальний коефіцієнт запасу міцності дорівнює $k=1,2$, що задовольняє умовам міцності.

Таким чином робота здатність металевої арки з оптимізованими перерізами забезпечена.

Конструкція арки з оптимізованими перерізами комплексом «Solid works» транспортується в креслення в САПР «AutoCAD».

В повному обсязі результати комп'ютерного моделювання металевої арки та результати розрахунків наведено в додатках.

					ДДК 004 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.Економічний розділ.

3.1.Порівняння техніко - економічних показників варіантів несучих конструкцій складу мінеральних добрив..

Розрахунок порівняння техніко-економічних показників несучих конструкцій будівлі складу мінеральних добрив для вибору оптимального варіанту наведено в додатках .

					ДДК 004 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. Розділ “Охорона праці”

4.1. Нормативні вимоги техніки безпеки при виконанні основних видів будівельно-монтажних робіт при зведенні складу.

Не допускається виконання інших робіт на ділянці, де проводиться монтаж арок. Способи стропування арок та інших елементів конструкцій забезпечують їх подачу до місця встановлення у положенні, близькому до проектного.

Вантажозахватні пристрої, якими здійснюється стропування конструкцій, повинні мати технічні паспорти та пройти технічний огляд.

Конструкції, що монтуються під час транспортування повинні утримуватись від розгойдування гнучкими відтяжками.

Перебування людей на конструкціях, що монтуються під час транспортування та переміщення, не допускається.

Монтажники повинні бути забезпечені касками та запобіжними поясами. Роботи по монтажу виконуються під керівництвом особи, яка відповідальна за безпечне переміщення вантажів.

Команду на піднімання конструкцій подає ланковий або бригадир засобами мобільного зв'язку, у випадку, якщо подальша робота крана може призвести до аварії або падіння вантажу, команду “Стій” може подати кожен член бригади.

При влаштуванні покрівель ставляться додаткові підвищені вимоги до техніки безпеки, так як роботи виконуються на висоті і в деяких випадках з використанням шкідливих для організму людини матеріалів.

Монтажники проходять підготовку за спеціальною програмою, здають іспити і одержують посвідчення на право виконання робіт, при цьому до роботи допускаються особи не молодше 18 років.

Покрівельні роботи необхідно вести при наявності запобіжних поясів касок, рукавиць спецодягу та огорожі. Матеріали на дах необхідно подавати вантажопідйомними механізмами з використанням контейнерів із захватами, а розвантажувати їх на приймальних площадках з захисними огорожами.

					ДДК 004 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Так як для всіх дерев'яних елементи каркасу будівлі, а саме арок, прогонів, стійок, вікон та дверей передбачено фарбування, при проведенні робіт по фарбуванню робітники повинні пройти інструктаж, навчання і перевірку знань з техніки безпеки праці згідно «ДБН А.3.2-2-2009 ОХОРОНА ПРАЦІ І ПРОМИСЛОВА БЕЗПЕКА У БУДІВНИЦТВІ Основні положення Київ. Мінрегіонбуд України 2012 – 116 с.» Робітники також забезпечуються спецодягом, захисними окулярами з щільною оправою та респіраторами.

Приміщення для зберігання фарбувальних матеріалів необхідно обладнати штучною або природною вентиляцією.

У приміщеннях, де знаходяться конструкції свіже пофарбовані олійними сумішами, забороняється знаходитися більше 4-х годин, палити та працювати з використанням вогню. Роботи з фарбування, починаючи з висоти 1,1 м від рівня підлоги, слід виконувати тільки з міцно встановлених інвентарних підмостей.

4.2. Організація безпечного монтажу напіварок.

При будівництві складу мінеральних добрив основними елементами каркасу являються дерев'яні напіварки. Для безпечного монтажу напіварок та огорожуючи стінових панелей необхідно дотримуватись наступної послідовності робіт:

- на запроектований майданчик посередині прольоту встановлюється монтажна вежа;
- перша напіварка стропується та подається до місця встановлення, де закріплюється на монтажній вежі двома підкосами;
- у сталених щоках башмаку напіварки розсвердлюються отвори через які напіварки закріплюються болтовими з'єднаннями;
- по відвісу напіварка вивірюється;
- напіварка встановлюється в проектне положення;
- здійснюється останнє закріплення та роз стропування напіварки;
- встановлення другої напіварки виконується у тій же послідовності;
- після встановлення другої напіварки збираються елементи конькового вузлу.

					ДДК 004 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для забезпечення вимог безпеки праці при роз стропуванні напіварок слід використовувати пересувні драбини-стрімлянки.

Після встановлення другої пару напіварок, монтують щити-обрешітки та профнастіл.

Стропування напіварок виконують спеціально підібраним та розрахованим (в подальшому) двухгілковим стропом, який забезпечує їх подачу в положенні, максимально близькому до проектного

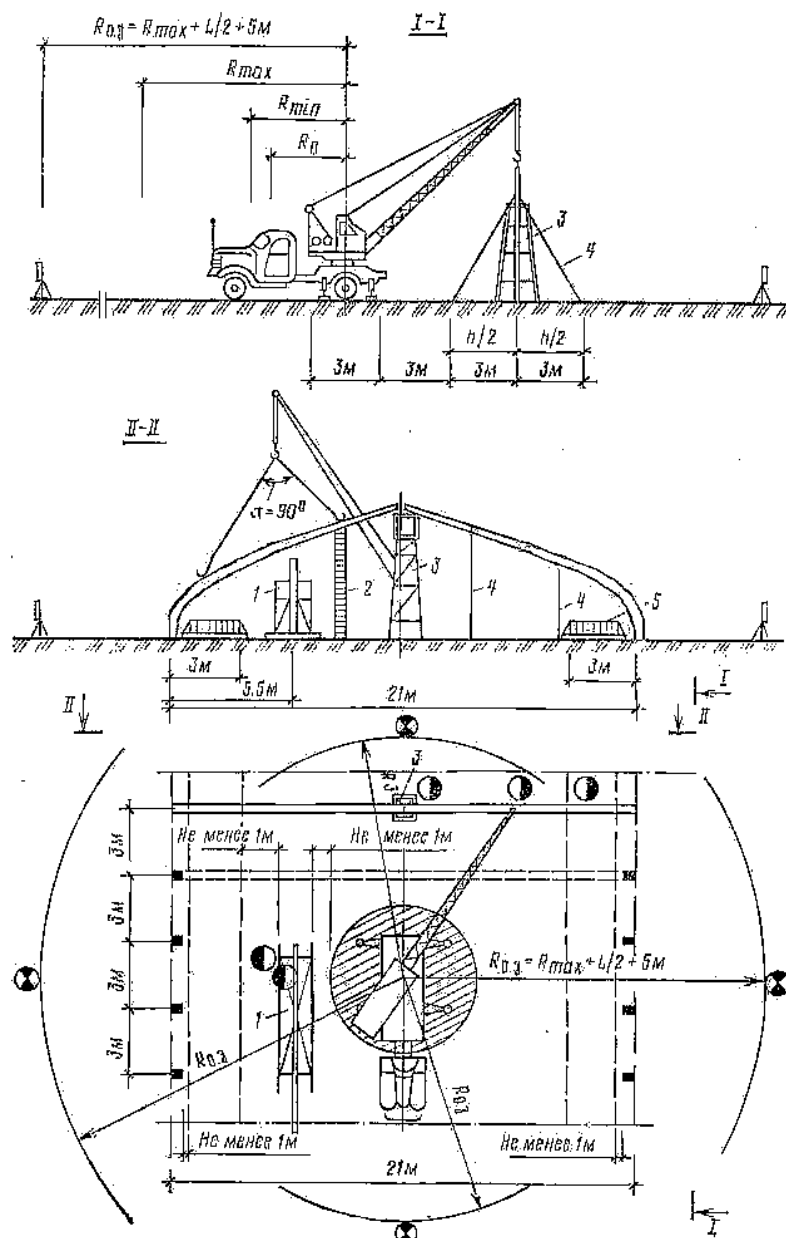


Рис. 4.1. Схема організації безпечного монтажу арок.

- 1- стенд збирання напіварок; 2- пересувна драбина; 3- монтажна вежа;
4- підкоси ; 5- місце складування напіварок.

					ДДК 004 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.3. Розрахунок двухгілкового стропу.

При монтажі будівельних технологічного обладнання та будівельних конструкцій використовуються гнучкі стропи.

Для визначення технічних даних та вибору гнучких стропів, необхідно визначити зусилля у гілках стропу.

Розривне зусилля у гілці стропу: $R = S/K_3$ [9];

де: K_3 – коефіцієнт запасу міцності для стропу який визначається в залежності від типу підйомного крану та стропу .

При $K_3 = 6$ $R \geq K_3 S$, $R = 6 \cdot 68,16 = 468,96 \text{ кН}$.

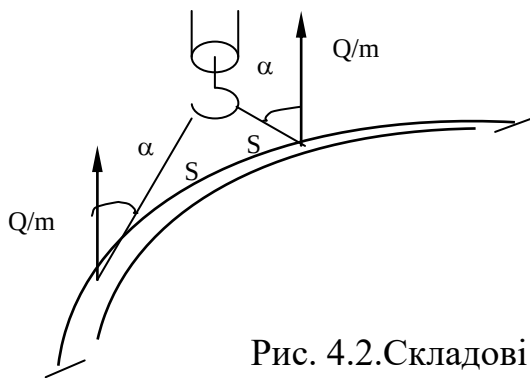


Рис. 4.2.Складові зусиль для розрахунку зусиль у гілках стропу.

За [9] вибираємо канат типу ТК 6×37 діаметром 37мм з розрахунковою межею міцності дроту 1600МПа, який має розривне зусилля 516,5кН, яке найбільше наближене до розрахункового розривного зусилля 468,96 кН

Визначаємо зусилля (натягнення) в одній гілці стропу:

$$S = \frac{Q}{m \cdot \cos \alpha} = \frac{KQ}{m};$$

де: Q – вага вантажу що підіймається (для металевієї напіварки 16,69 кН);

m – загальна кількість гілок стропу;

					ДДК 004 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$K=1,4$ – коефіцієнт, який залежить від куту нахилу α гілки стропу до вертикалі.

$$S = \frac{1,42 \cdot 16}{2} = 68,16 \text{ кН.}$$

Приймаємо двох гілковий строп (рис.4.3)

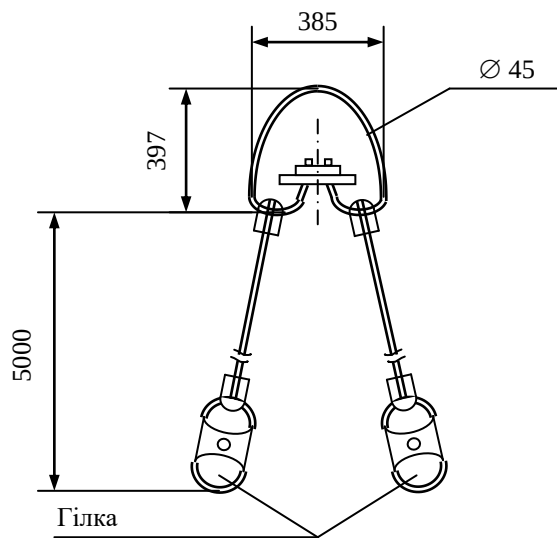


Рис.4.3.Строп двухгілковий.

					ДДК 004 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

В кваліфікаційній магістерській роботі в комп'ютерному середовищі «SCAD» та «SolidWorks» з урахуванням визначених навантажень змодельований напружений стан несучих дерев'яних та металевих арочних конструкцій складу мінеральних добрив.

Після визначення сил та моментів, що діють в перерізах деревоклеєної арки в комп'ютерному середовищі «SCAD» був виконаний підбір геометричних розмірів перерізів з умови забезпечення міцності.

В комп'ютерному середовищі «SolidWorks» була змодельована арка з металевого двотавра №30. Аналіз результатів комп'ютерного моделювання арки з металевого двотавра №30 показав, що максимальні напруження в перерізах поблизу опор ($\sigma_{\max} = 246 \text{ МПа}$) перевищують границі міцності матеріалу ($R_c = 240 \text{ МПа}$). При цьому значення коефіцієнта запасу міцності для цих перерізів складає $k_{\min} = 0,7$, при рекомендованих значеннях коефіцієнта запасу міцності не менше 1,2 [8].

Після застосування інструменту «зондування», був виконаний підбор сортаменту перерізів для кожній ділянки арки та комп'ютерне моделювання металевої арки з оптимізованих профілів, аналіз якого показав:

- Максимальні напруження в перерізах арки не перевищують 193 МПа, так як границя міцності матеріалу арки складає $R_c = 240 \text{ МПа}$ умови міцності виконуються, максимальна вертикальна деформація арки складає 0,037мм, або 1/648 прольоту, що менше допустимого (1/228) [7], таким чином умови працездатності арки за другою групою граничних станів виконуються;
- так як мінімальний коефіцієнт запасу міцності дорівнює $k=1,2$, то умови міцності виконуються.

Виконані кошторисні розрахунки показали, що вартість виготовлення деревоклеєної арки складає 85651 грн, а металевої – 60528 грн, що доводить переваги останньої. Таким чином мета, яка була поставлена в кваліфікаційній магістерській роботі виконана і для подальшого проектування прийнята металева арка.

					ДДК 004 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Література

1. Ринок мінеральних добрив. Інтернет ресурс <http://agro-business.com.ua/agro/ekonomichnyi-hektar/item/10772-rynok-mineralnykh-dobryv.html>.
2. ДБН В.2.6-161:2010 Конструкції будинків і споруд. Дерев'яні конструкції / Міненергобуд України. К: ДП Украрбудінформ, 2011. – 102 с.
3. ДБН В.2.6-161:2017 Дерев'яні конструкції. Конструкції будинків і споруд Київ. Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України 2017 – 117 с.
4. Бабич В.І., Огороднік В.І., Романюк В.В. Таблиці для проектування будівельних конструкцій. Довідник. – Рівне, 1999. – 506 с.
5. ДБН В.1.2.-2:2006 Навантаження і впливи. Норми проектування. Київ, Міністерство будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України 2006 - 60 с.
6. ДСТУ –Н Б В.2.6-184:2012 Конструкції з цільної і клеєної деревини. Настанова з проектування. / Мінрегіон України. – К. : Мінрегіон України, 2013 – 158с
7. Конструкции из дерева и пластмасс. Учебн.пособие для вузов / Ю.В.Слицкоухов, В.Д.Буданов, М.М.Гаппоев и др. – М., Стр., 1986 г.
8. 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 доступа: <http://pvakntu.pp.ua/metalevi-konstruktsiyi/>
9. Охорона праці в будівництві: Навч. посіб. посібник / за редакцією Коржика Б. М. і Іванова В.М. - Харків: Форт, 2010. - 388 с.
- 10.Беліков А.С., Кожушко А.П., Сафонов В.В. та ін. «Інженерні рішення з охорони праці».Навчальний посібник: К.: Основа, 2011. – 480 с. (гриф МОНУ).

					ДНК 214 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вступ.....	
1.Архітектурно–будівельний розділ.....	
2. Розрахунково-дослідницький розділ.....	
3.Економічний розділ.....	
4. Розділ “Охорона праці”	
Висновки.....	
Література.....	
Додатки.....	

					ДДК 004 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ

Додаток 1.

**Побудування моделі та результати комп'ютерного моделювання
металевої арки в середовищі САПР «Solid works 2013» .**



Описание

Данные отсутствуют

Симуляция Металл
арка модель

Date: 26 октября 2021 г.
Создатель:: Solidworks
Имя исследования: Статический анализ 2
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

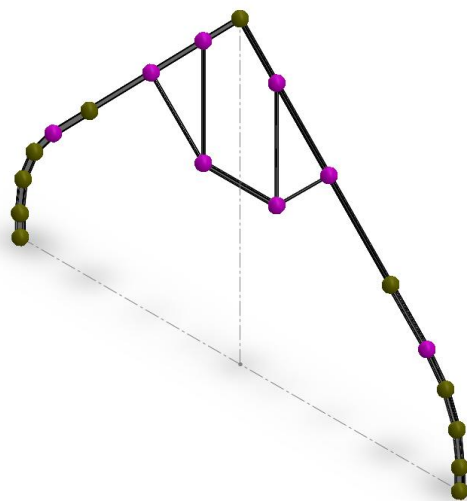
Балки

Результаты исследования

ВыводОшибка! Закладка не определен

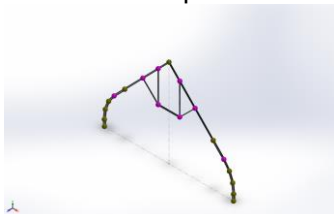
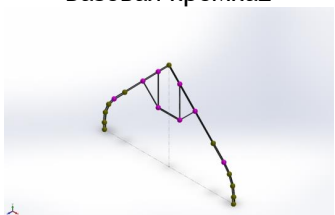
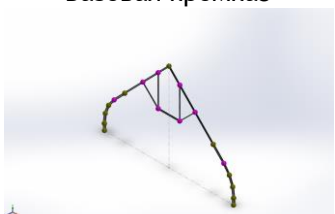
Допущения

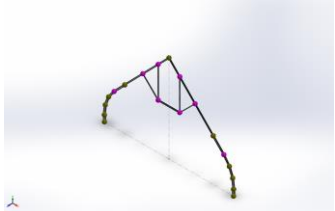
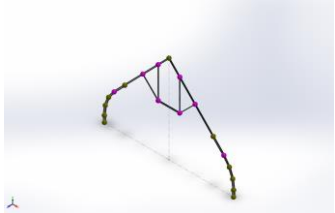
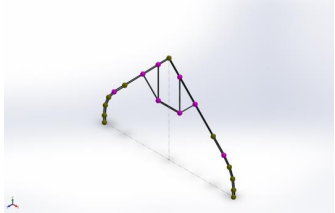
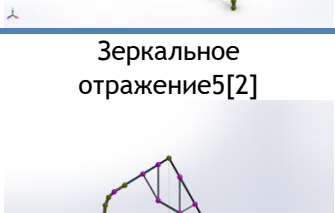
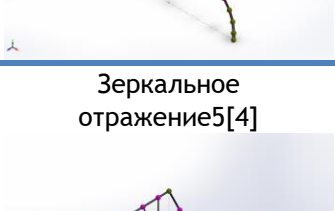
Информация о модели

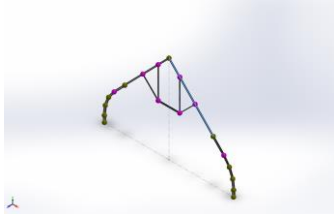
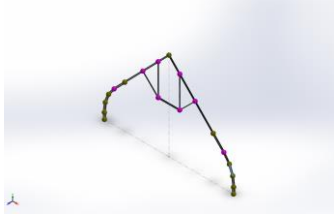
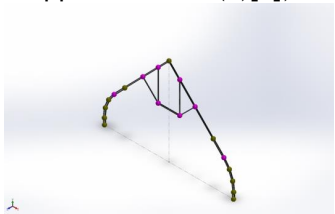
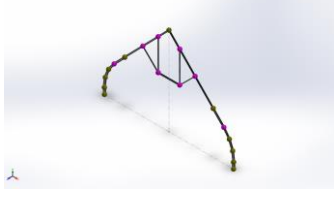
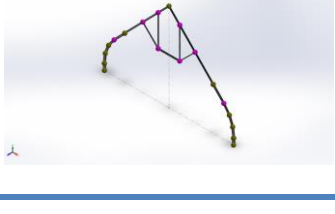
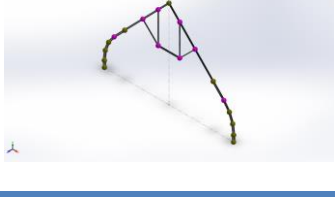


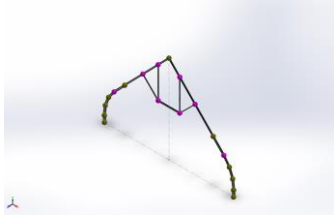
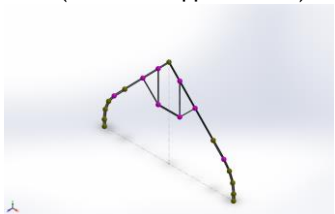
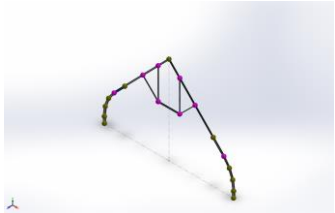
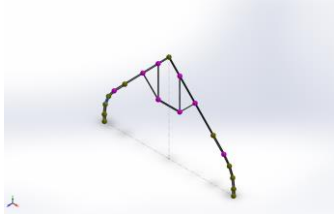
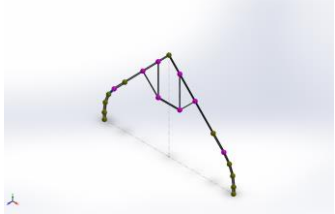
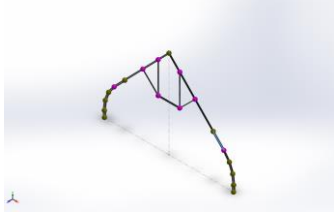
Имя модели: Металл арка модель
Активная конфигурация: По умолчанию<Как обработанный>

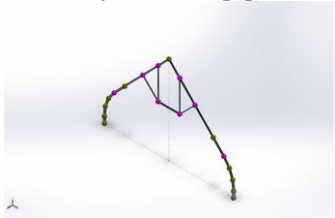
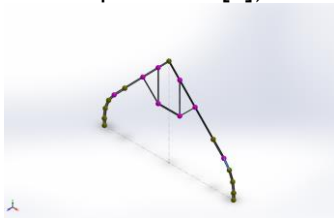
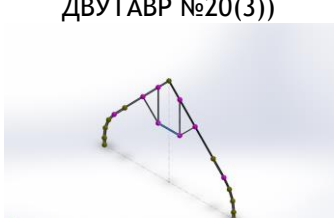
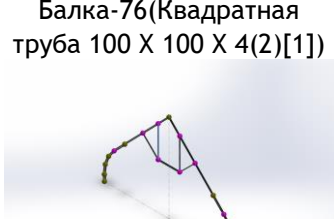
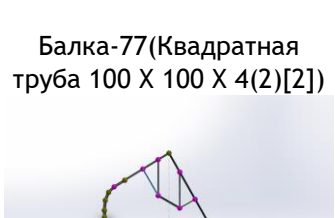
Твердые тела

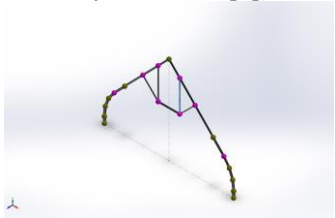
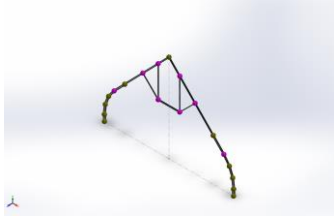
Имя и ссылки документа	Рассматривается как	Объемные свойства	Путь документа/Дата изменения
Базовая кромка1 	Твердое тело	Масса:8.48459 kg Объем:0.0010836 m ³ Плотность:7830 kg/m ³ Масса:83.149 N	Oct 26 09:37:04 2021
Базовая кромка2 	Твердое тело	Масса:5.75035 kg Объем:0.0007344 m ³ Плотность:7830 kg/m ³ Масса:56.3534 N	Oct 26 09:37:04 2021
Базовая кромка3 	Твердое тело	Масса:4.26343 kg Объем:0.0005445 m ³ Плотность:7830 kg/m ³ Масса:41.7817 N	Oct 26 09:37:04 2021

Базовая кромка4 	Твердое тело	Масса:3.64095 kg Объем:0.000465 m³ Плотность:7830 kg/m³ Масса:35.6813 N	Oct 26 09:37:04 2021
Вырез-Вытянуть1 	Твердое тело	Масса:22.6864 kg Объем:0.00289736 m³ Плотность:7830 kg/m³ Масса:222.326 N	Oct 26 09:37:04 2021
Вырез-Вытянуть2 	Твердое тело	Масса:3.77033 kg Объем:0.000481524 m³ Плотность:7830 kg/m³ Масса:36.9492 N	Oct 26 09:37:04 2021
Зеркальное отражение5[5] 	Твердое тело	Масса:3.64095 kg Объем:0.000465 m³ Плотность:7830 kg/m³ Масса:35.6813 N	Oct 26 09:37:04 2021
Зеркальное отражение5[1] 	Твердое тело	Масса:22.6864 kg Объем:0.00289736 m³ Плотность:7830 kg/m³ Масса:222.326 N	Oct 26 09:37:04 2021
Зеркальное отражение5[2] 	Твердое тело	Масса:8.48459 kg Объем:0.0010836 m³ Плотность:7830 kg/m³ Масса:83.149 N	Oct 26 09:37:04 2021
Зеркальное отражение5[4] 	Твердое тело	Масса:4.26344 kg Объем:0.0005445 m³ Плотность:7830 kg/m³ Масса:41.7817 N	Oct 26 09:37:04 2021

Зеркальное отражение5[3] 	Твердое тело	Масса:5.75035 kg Объем:0.0007344 m ³ Плотность:7830 kg/m ³ Масса:56.3534 N	Oct 26 09:37:04 2021
Зеркальное отражение9 	Твердое тело	Масса:3.77033 kg Объем:0.000481524 m ³ Плотность:7830 kg/m ³ Масса:36.9492 N	Oct 26 09:37:04 2021
Тела балок:			
Имя и ссылки документа	Постановка	Свойства	Путь документа/Дата изменения
Балка-28(Sb балка ДВУТАВР №33(1)[1]) 	Балка - Постоянного сечения	Стандарт сечения-iso/sb beam/Двутавр №40 Площадь сечения: 0.00737162m ² Длина:1120mm Объем:0.00825621m ³ Массовая плотность:7830kg/m ³ Масса:64.6461kg Масса:633.532N	Oct 26 09:37:04 2021
Балка-31(Sb балка ДВУТАВР № 27(1)[1]) 	Балка - Постоянного сечения	Стандарт сечения- Площадь сечения: 0.00408452m ² Длина:2854.28mm Объем:0.0116584m ³ Массовая плотность:7830kg/m ³ Масса:91.2852kg Масса:894.595N	Oct 26 09:37:04 2021
Балка-54(Sb балка ДВУТАВР №33(1)[1]) 	Балка - Постоянного сечения	Стандарт сечения- Площадь сечения: 0.00547472m ² Длина:1693.32mm Объем:0.00927086m ³ Массовая плотность:7830kg/m ³ Масса:72.5908kg Масса:711.39N	Oct 26 09:37:04 2021
Балка-56(Отсечь/Удлинить2) 	Балка - Постоянного сечения	Стандарт сечения- Площадь сечения: 0.00464009m ² Длина:1704.45mm Объем:0.00790902m ³ Массовая плотность:7830kg/m ³ Масса:61.9276kg Масса:606.891N	Oct 26 09:37:04 2021

Балка-66(Sb балка ДВУТАВР №20(2)) 	Балка - Постоянного сечения	Стандарт сечения-iso/sb beam/Двутавр №20 Площадь сечения: 0.0026755m² Длина:11798.5mm Объем:0.0315667m³ Массовая плотность:7830kg/m³ Масса:247.168kg Масса:2422.24N	Oct 26 09:37:04 2021
Балка- 68(Отсечь/Удлинить6) 	Балка - Постоянного сечения	Стандарт сечения- Площадь сечения: 0.00408452m² Длина:1712.82mm Объем:0.00699635m³ Массовая плотность:7830kg/m³ Масса:54.7815kg Масса:536.858N	Oct 26 09:37:04 2021
Балка-69(Зеркальное отражение4[7]) 	Балка - Постоянного сечения	Стандарт сечения- Площадь сечения: 0.00547472m² Длина:1693.32mm Объем:0.00927086m³ Массовая плотность:7830kg/m³ Масса:72.5908kg Масса:711.39N	Oct 26 09:37:04 2021
Балка-70(Зеркальное отражение4[10]) 	Балка - Постоянного сечения	Стандарт сечения- Площадь сечения: 0.00408452m² Длина:2854.28mm Объем:0.0116584m³ Массовая плотность:7830kg/m³ Масса:91.2852kg Масса:894.595N	Oct 26 09:37:04 2021
Балка-71(Зеркальное отражение8) 	Балка - Постоянного сечения	Стандарт сечения- Площадь сечения: 0.0026755m² Длина:11798.5mm Объем:0.0315667m³ Массовая плотность:7830kg/m³ Масса:247.168kg Масса:2422.24N	Oct 26 09:37:04 2021
Балка-72(Зеркальное отражение4[5]) 	Балка - Постоянного сечения	Стандарт сечения- Площадь сечения: 0.00737162m² Длина:1120mm Объем:0.00825621m³ Массовая плотность:7830kg/m³ Масса:64.6461kg Масса:633.532N	Oct 26 09:37:04 2021

Балка-73(Зеркальное отражение4[8]) 	Балка - Постоянного сечения	Стандарт сечения- Площадь сечения: 0.00464009m² Длина:1704.45mm Объем:0.00790902m³ Массовая плотность:7830kg/m³ Масса:61.9276kg Масса:606.891N	Oct 26 09:37:04 2021
Балка-74(Зеркальное отражение4[9]) 	Балка - Постоянного сечения	Стандарт сечения- Площадь сечения: 0.00408452m² Длина:1712.82mm Объем:0.00699635m³ Массовая плотность:7830kg/m³ Масса:54.7815kg Масса:536.858N	Oct 26 09:37:04 2021
Балка-75(Sb балка ДВУТАВР №20(3)) 	Балка - Постоянного сечения	Стандарт сечения-iso/sb beam/Двутавр №20 Площадь сечения: 0.0026755m² Длина:4100mm Объем:0.0109695m³ Массовая плотность:7830kg/m³ Масса:85.8915kg Масса:841.736N	Oct 26 09:37:04 2021
Балка-76(Квадратная труба 100 X 100 X 4(2)[1]) 	Балка - Постоянного сечения	Стандарт сечения-iso/square tube/100 x 100 x 4 Площадь сечения: 0.00146733m² Длина:5688.89mm Объем:0.00834746m³ Массовая плотность:7830kg/m³ Масса:65.3606kg Масса:640.534N	Oct 26 09:37:04 2021
Балка-77(Квадратная труба 100 X 100 X 4(2)[2]) 	Балка - Постоянного сечения	Стандарт сечения-iso/square tube/100 x 100 x 4 Площадь сечения: 0.00146733m² Длина:3967.69mm Объем:0.00582198m³ Массовая плотность:7830kg/m³ Масса:45.5861kg Масса:446.744N	Oct 26 09:37:04 2021

Балка-78(Зеркальное отражение10[2]) 	Балка - Постоянного сечения	Стандарт сечения- Площадь сечения: 0.00146733m² Длина:5688.89mm Объем:0.00834746m³ Массовая плотность:7830kg/m³ Масса:65.3606kg Масса:640.534N	Oct 26 09:37:04 2021
Балка-79(Зеркальное отражение10[1]) 	Балка - Постоянного сечения	Стандарт сечения- Площадь сечения: 0.00146733m² Длина:3967.69mm Объем:0.00582198m³ Массовая плотность:7830kg/m³ Масса:45.5861kg Масса:446.744N	Oct 26 09:37:04 2021

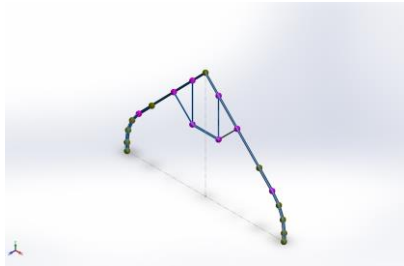
Свойства исследования

Имя исследования	Статический анализ 2
Тип анализа	Статический анализ
Тип сетки	Комбинированная сетка
Тепловой эффект:	Вкл
Термический параметр	Включить тепловые нагрузки
Температура при нулевом напряжении	298 Kelvin
Включить эффекты давления жидкости из SOLIDWORKS Flow Simulation	Выкл
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
Трение	Выкл
Использовать адаптивный метод:	Выкл
Папка результатов	

Единицы

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

Свойства материала

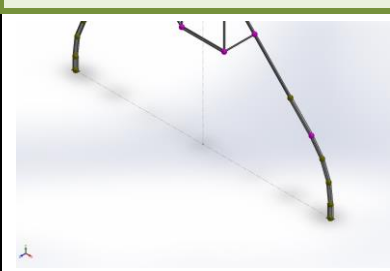
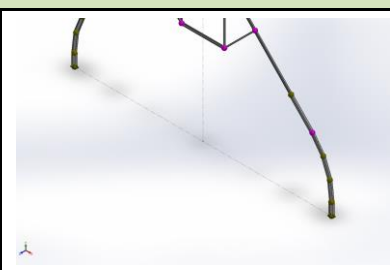
Ссылка на модель	Свойства	Компоненты
	Имя: Сталь 3 ГОСТ 535-88	Твердое тело 28(Sb балк
	Тип модели: Линейный Упругий Изотропный	ДВУТАВР №33(Sb балка ДВУТАВР №36(Sb балка ДВУТАВР №40(1)[1])(Выкл Металл арка модель),
	Критерий прочности по умолчанию: Максимальное напряжение von Mises	Твердое тело 31(Sb балк ДВУТАВР № 27(Отсечь/Удлинить5)(Выкл Металл арка модель),
	Предел текучести: 2.25e+008 N/m^2	Твердое тело 56(Sb балк ДВУТАВР
	Предел прочности при растяжении: 4.4e+008 N/m^2	№33(Отсечь/Удлинить1) Выкл Металл арка модель),
	Модуль упругости: 2.05e+011 N/m^2	Твердое тело 58(Базовая кромка1)(Выкл Металл арка модель),
	Коэффициент Пуассона: 0.29	Твердое тело 59(Базовая кромка2)(Выкл Металл арка модель),
	Массовая плотность: 7830 kg/m^3	Твердое тело 60(Базовая кромка3)(Выкл Металл арка модель),
	Модуль сдвига: 7.9e+010 N/m^2	Твердое тело 61(Отсечь/Удлинить2)(Выкл Металл арка модель),
	Коэффициент теплового расширения: 1.16e-005 /Kelvin	Твердое тело 62(Базовая кромка4)(Выкл Металл арка модель),
		Твердое тело 63(Вырез- Вытянуть1)(Выкл Металл арка модель),
		Твердое тело 91(Sb балк ДВУТАВР №20(Отсечь/Удлинить9) Выкл Металл арка модель),
		Твердое тело 95(Отсечь/Удлинить6)(Выкл Металл арка модель),
		Твердое тело 96(Вырез- Вытянуть2)(Выкл Металл арка модель),
		Твердое тело 97(Зеркальное отражение4[7])(Выкл Металл арка модель),
		Твердое тело 98(Зеркальное

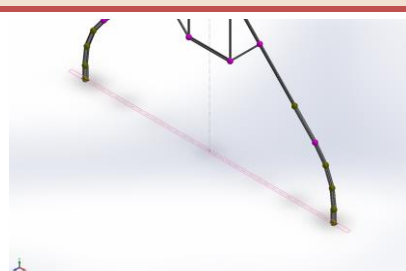
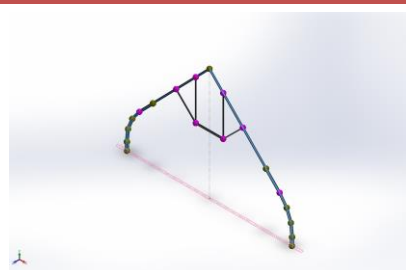
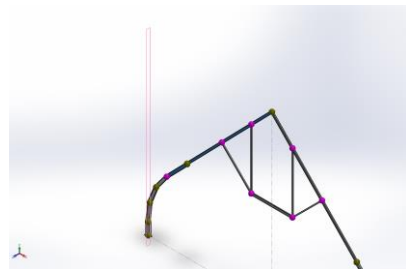
		отражение5[5])(Выкл Металл арка модель), Твердое тело 100(Зеркальное отражение4[10])(Выкл Металл арка модель), Твердое тело 102(Зеркальное отражение8)(Выкл Металл арка модель), Твердое тело 103(Зеркальное отражение5[1])(Выкл Металл арка модель), Твердое тело 104(Зеркальное отражение4[5])(Выкл Металл арка модель), Твердое тело 105(Зеркальное отражение5[2])(Выкл Металл арка модель), Твердое тело 106(Зеркальное отражение4[8])(Выкл Металл арка модель), Твердое тело 108(Зеркальное отражение5[4])(Выкл Металл арка модель), Твердое тело 111(Зеркальное отражение4[9])(Выкл Металл арка модель), Твердое тело 112(Зеркальное отражение5[3])(Выкл Металл арка модель), Твердое тело 114(Зеркальное отражение9)(Выкл Металл арка модель), Твердое тело 115(Sb бал ДВУТАВР №20(Отсечь/Удлинить10 Выкл Металл арка модель), Твердое тело 116(Квадратная труба 10 X 100 X 4(Отсечь/Удлинить11[1] Выкл Металл арка
--	--	--

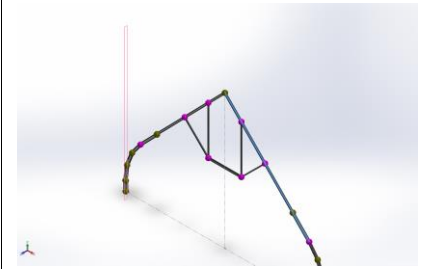
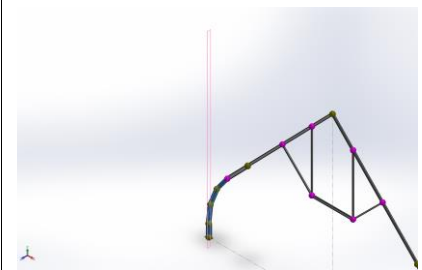
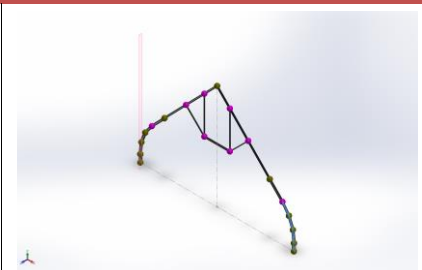
		модель), Твердое тело 117(Квадратная труба 10 X 100 X 4(2)[2])(Выкл Металл арка модель), Твердое тело 118(Отсечь/Удлинить11)(Выкл Металл арка модель), Твердое тело 119(Зеркальное отражение10[1])(Выкл Металл арка модел
--	--	---

Данные кривой:N/A

Нагрузки и крепления

Имя крепления	Изображение крепления	Данные крепления			
Ролик/ползун-1		Объекты: 2 грани Тип: Ролик/ползун			
Результирующие силы					
Компоненты	X	Y	Z	Результирующая	
Сила реакции(N)	-567.715	258984	-5.17979	258985	
Реактивный момент(N.m)	0	0	0	1e-033	
Зафиксированный-2		Объекты: 12 грани Тип: Зафиксированная геометрия			
Результирующие силы					
Компоненты	X	Y	Z	Результирующая	
Сила реакции(N)	-7318.95	-833.277	-0.0232296	7366.24	
Реактивный момент(N.m)	0	0	0	1e-033	

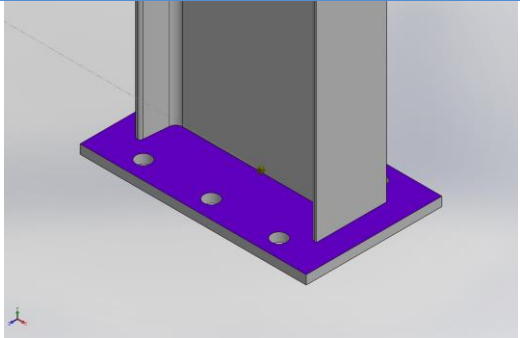
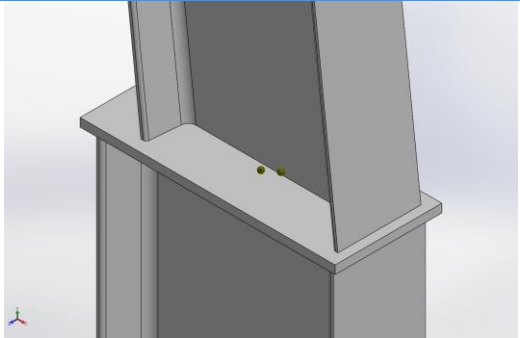
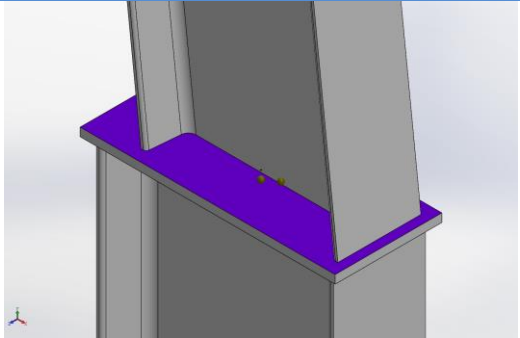
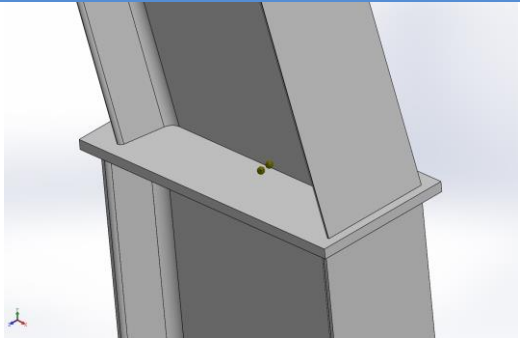
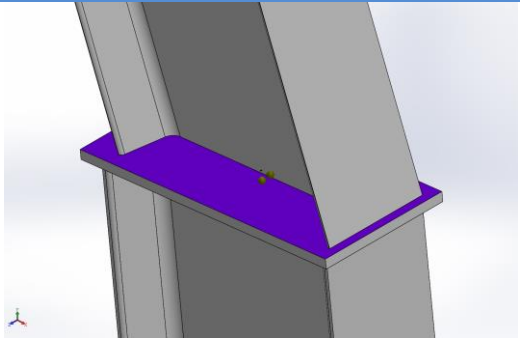
Имя нагрузки	Загрузить изображение	Загрузить данные	
Сила тяжести-1		Справочный: Сверху Значения: 0 0 -9.81 Единицы измерения: SI	
Сила-1		Объекты: 1 плоскость(и), 12 Балка (s) Справочный: Сверху Тип: Приложить силу Значения: ---, ---, -5800 N Моменты: ---, ---, --- N.m	
Сила-3		Объекты: 1 плоскость(и), 2 Балка (s) Справочный: Справа Тип: Приложить силу Значения: ---, ---, -1750 N Моменты: ---, ---, --- N.m	

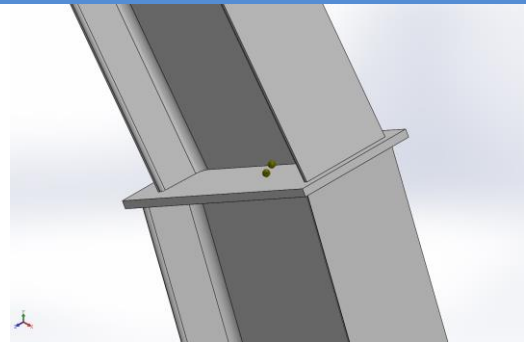
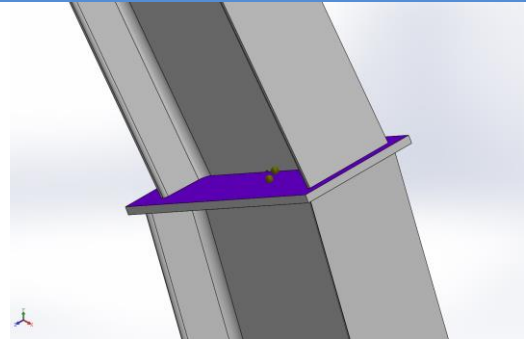
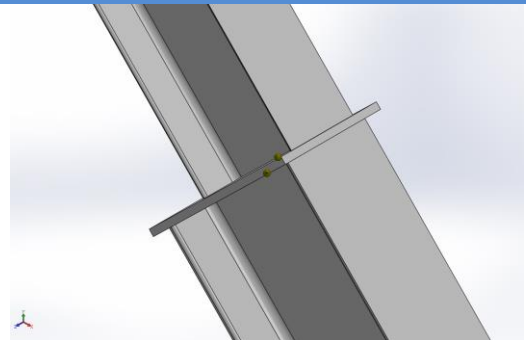
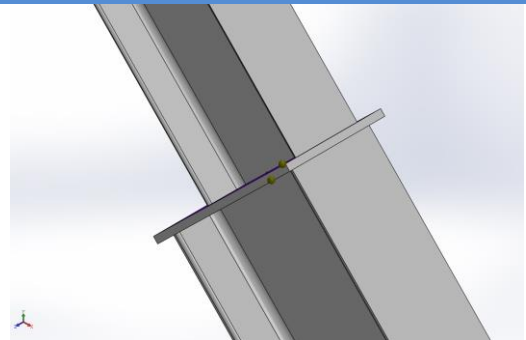
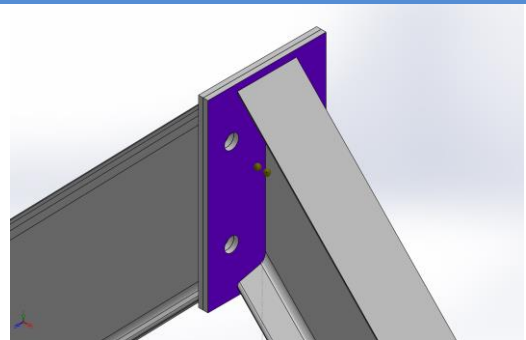
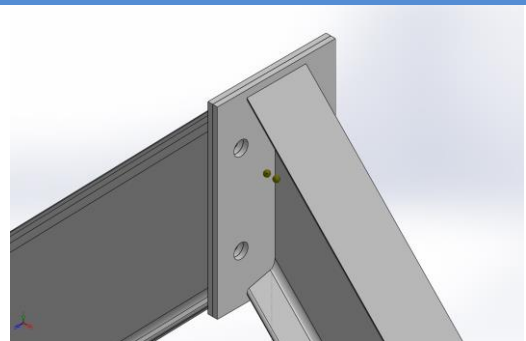
Сила-4		Объекты: 1 плоскость(и), 2 Балка(s) Справочный: Справа Тип: Приложить силу Значения: ---, ---, 1750 N Моменты: ---, ---, --- N.m
Сила-5		Объекты: 1 плоскость(и), 4 Балка(s) Справочный: Справа Тип: Приложить силу Значения: ---, ---, 860 N Моменты: ---, ---, --- N.m
Сила-6		Объекты: 1 плоскость(и), 4 Балка(s) Справочный: Справа Тип: Приложить силу Значения: ---, ---, 490 N Моменты: ---, ---, --- N.m

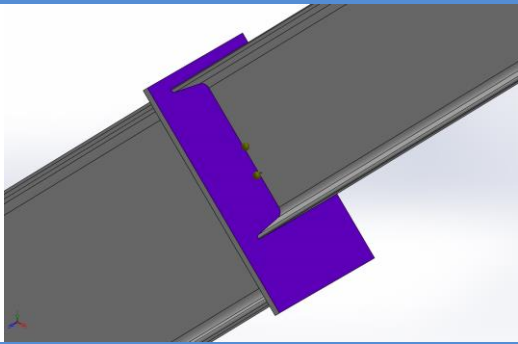
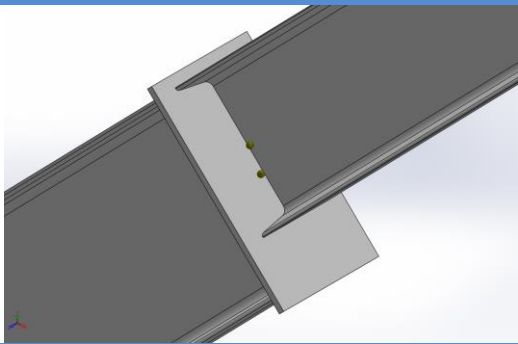
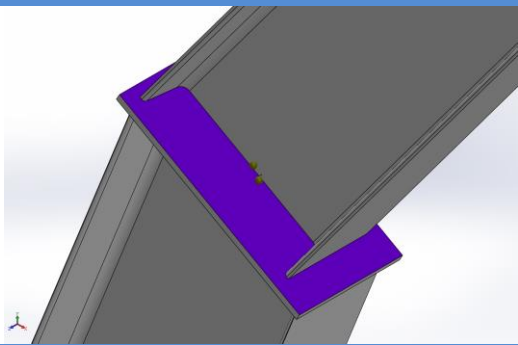
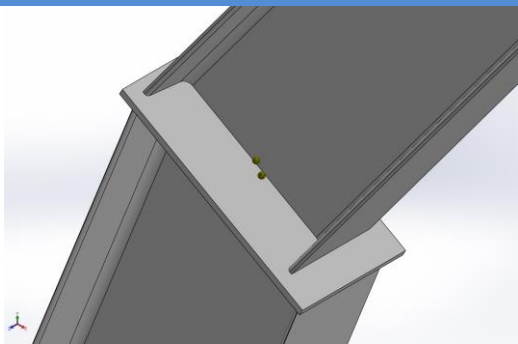
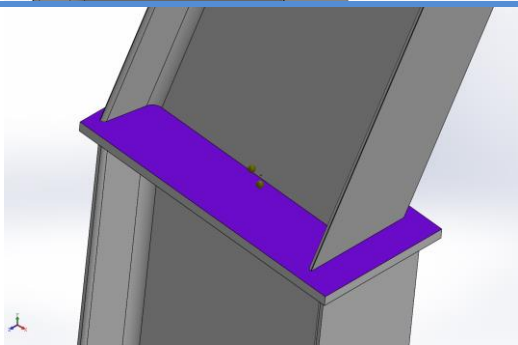
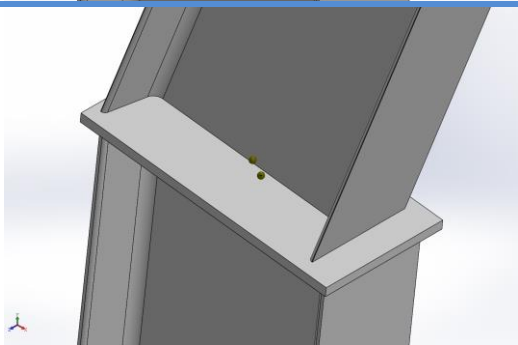
Определения соединителей

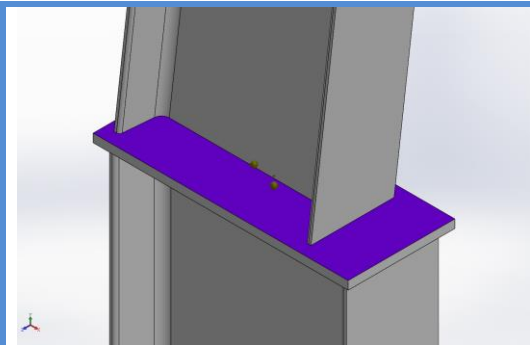
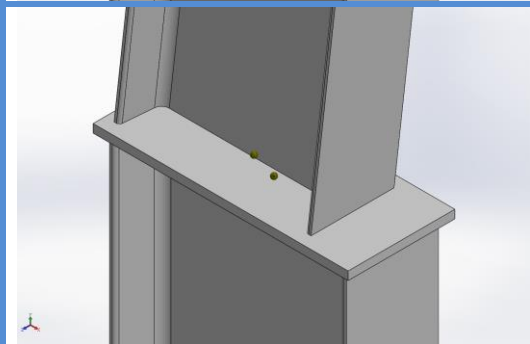
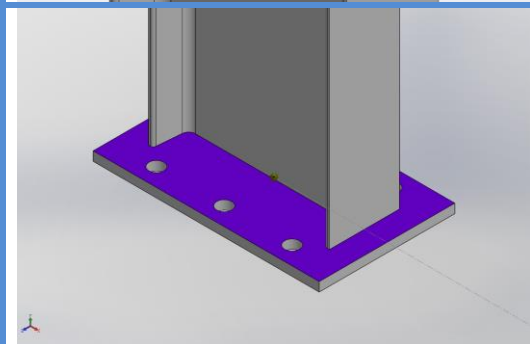
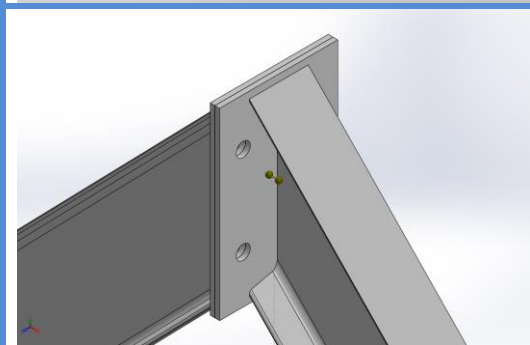
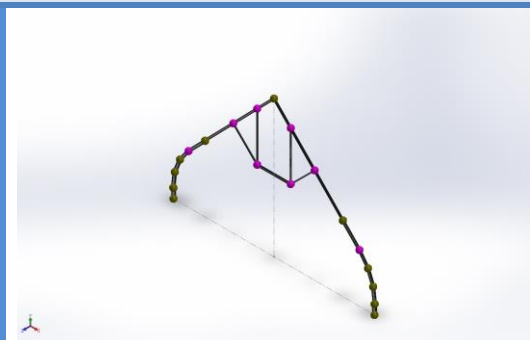
Данные отсутствуют

Данные контакта

Контакт 3D	Изображение контакта	Свойства контакта
Набор соприкасания-45		Элементы: 1 грани
Набор соприкасания-46		Элементы: 1 грани
Набор соприкасания-47		Элементы: 1 грани
Набор соприкасания-48		Элементы: 1 грани
Набор соприкасания-49		Элементы: 1 грани

Набор соприкасания-50		Элементы: 1 грани
Набор соприкасания-51		Элементы: 1 грани
Набор соприкасания-52		Элементы: 1 грани
Набор соприкасания-53		Элементы: 1 грани
Набор соприкасания-54		Элементы: 1 грани
Набор соприкасания-55		Элементы: 1 грани

Набор соприкасания-56		Элементы: 1 грани
Набор соприкасания-57		Элементы: 1 грани
Набор соприкасания-58		Элементы: 1 грани
Набор соприкасания-59		Элементы: 1 грани
Набор соприкасания-60		Элементы: 1 грани
Набор соприкасания-61		Элементы: 1 грани

Набор соприкасания-62		Элементы: 1 грани		
Набор соприкасания-63		Элементы: 1 грани		
Набор соприкасания-64		Элементы: 1 грани		
Набор соприкасания-65		Тип: Контактная пара со связанными узлами Элементы: 2 грани		
Сила контакта/трения				
Компоненты	X	Y	Z	Результирующая
Сила контакта(N)	-5.9051E-013	0	0	5.9051E-013
Глобальный контакт		Тип: Нет проникновения (Поверхность с поверхностью) Компоненты: 1 компонент		

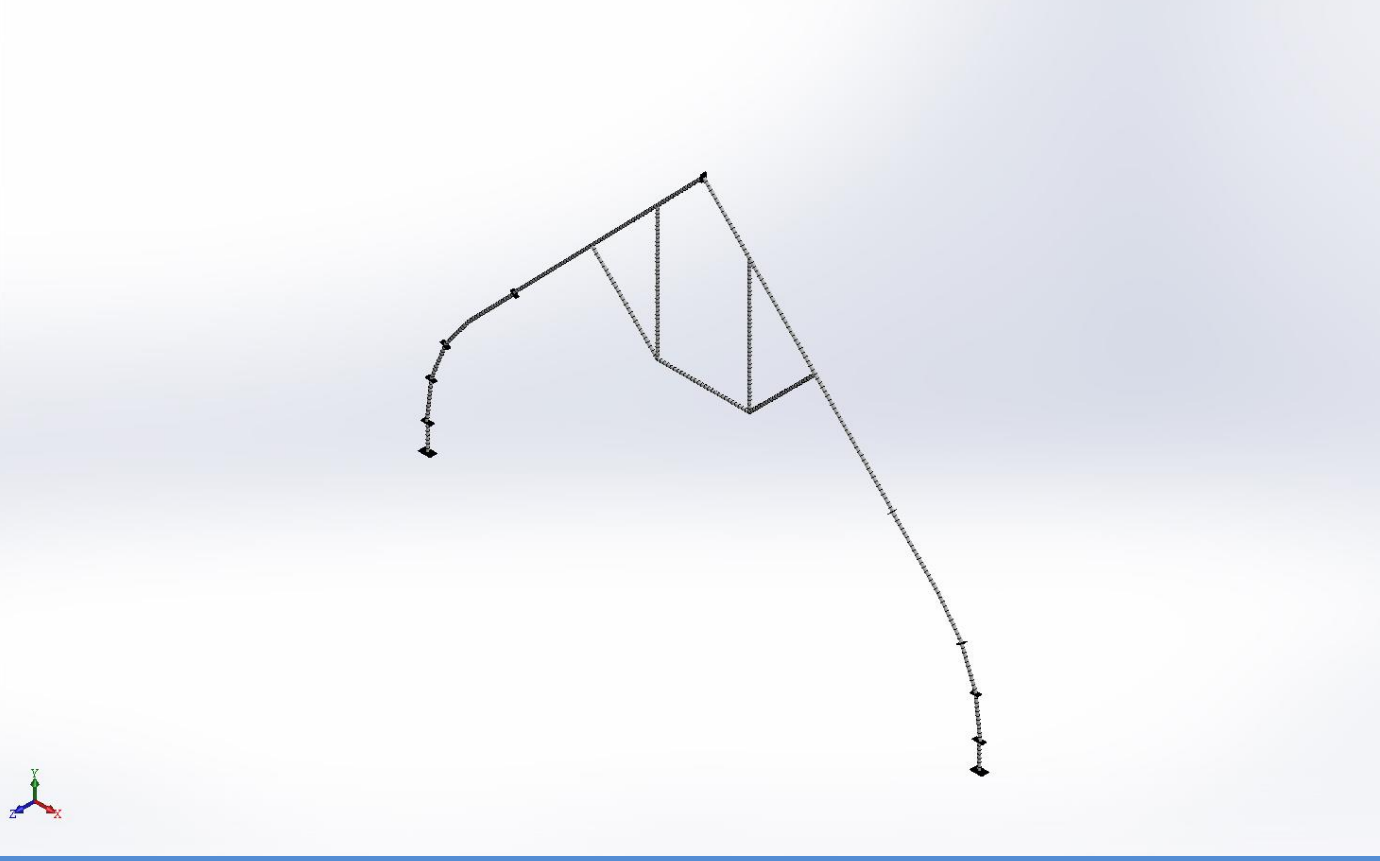
Информация о сетке

Тип сетки	Комбинированная сетка
Используемое разбиение:	Сетка на основе кривизны
Точки Якобиана	4 Точки
Проверка Якобиана для оболочки	Вкл
Максимальный размер элемента	19.9302 mm
Минимальный размер элемента	6.64333 mm
Эпюра качества сетки	Высокая

Информация о сетке - Детализация

Всего узлов	379372
Всего элементов	222896
Время для завершения сетки (hh:mm:ss):	00:00:26
Имя компьютера:	

Имя модели:Авто-восстановление Вилл Металл арка модель
Название исследования:Статический анализ 2(-По умолчанию<Как обработанный>-)
Тип сетки: Комбинированная сетка



Информация по управлению сеткой:

Имя управления сеткой	Изображение управления сеткой	Сведения об управлении сеткой
Управление-1		Объекты: 12 Твердое тело (s) Единицы измерения: mm Размер: 11.8027 Пропорция: 1.5

Данные датчиков

Данные отсутствуют

Результирующие силы
Силы реакции

Выбранный набор	Единицы	Сумма X	Сумма Y	Сумма Z	Результирующая
всей модели	N	-7318.95	257860	-0.0232296	257964

Моменты реакции

Выбранный набор	Единицы	Сумма X	Сумма Y	Сумма Z	Результирующая
всей модели	N.m	0	0	0	1e-033

Балки
Силы балок

Имя балки	Соединени я	По оси(N)	Сдвиг1(N)	Сдвиг2(N)	Момент1(N.m)	Момент2(N)
Балка-28(Sb балка ДВУТАВР №33(1)[1])	1	121500	60821.1	-0.00571734	-0.080275	-80913.8
	2	- 128630	-59857.9	0.00571734	0.0866784	148494
Балка-31(Sb балка ДВУТАВР № 27(1)[1])	1	- 93863. 2	7329.55	-0.00746194	0.0366413	973.424
	2	109851	-15922.8	0.00746194	-0.0579397	-34157.8
Балка-54(Sb балка ДВУТАВР №33(1)[1])	1	117245	49266.6	-0.00584249	-0.0749801	5205.83
	2	- 127544	-46622.3	0.00584249	0.0848733	75979.5
Балка- 56(Отсекь/Удлинить2)	1	116757	22313	-0.00699922	-0.0699334	40961.8
	2	- 125973	-17085.9	0.00699922	0.0818632	-7384.96
Балка-66(Sb балка ДВУТАВР №20(2))	1	18882. 8	-19415.2	0.00582305	-0.0230847	-29218.8
	2	- 93837. 5	-7304.59	-0.00586764	-0.0366229	4184.58
	3	- 34657. 6	11033.1	-0.00582305	0.00645561	-14257.4
	4	-67359	-9970.99	-0.00536191	-0.0118933	4021.33
Балка- 68(Отсекь/Удлинить6)	1	118508	-8807.73	0.00746194	-0.0715745	-42874
	2	- 110991	1369.97	-0.00746194	0.0587935	34157.8
Балка-69(Зеркальное отражение4[7])	1	117845	53141.6	0.0191442	0.0888935	948.832
	2	- 128365	-52432.3	-0.0191442	-0.12131	88437.4
Балка-70(Зеркальное отражение4[10])	1	- 93974. 5	7437.34	0.00555671	-0.0492294	2249.72
	2	109963	-16030.3	-0.00555671	0.0650899	-35742.6
Балка-71(Зеркальное отражение8)	1	18954. 1	-19345.8	-0.00385846	-0.012871	-29219.1
	2	- 93948. 8	-7412.62	0.00381387	0.0491812	5463.6
	3	- 34728. 8	10963.8	0.00385846	0.0238897	-14059.2
	4	-67458	-10107.7	0.0045326	0.026083	4698.7
Балка-72(Зеркальное отражение4[5])	1	121656	-66685.4	-0.0182651	-0.115952	93459.1
	2	- 128784	67178.4	0.0182651	0.136408	-168423
Балка-73(Зеркальное отражение4[8])	1	117624	-24080.1	-0.0137653	-0.0732011	-41323.6
	2	- 127560	20672.7	0.0137653	0.0966631	3182.68
Балка-74(Зеркальное отражение4[9])	1	119805	-7326.03	-0.00555671	0.0753892	-43269.3
	2	- 111115	1462.46	0.00555671	-0.0658715	35742.6
Балка-75(Sb балка ДВУТАВР №20(3))	1	- 12491. 1	-383.046	-4.459e-005	0.0129632	-1172.95
	2	12491. 1	-438.998	4.459e-005	-0.0131415	1061.04

Балка-76(Квадратная труба 100 X 100 X 4(2)[1])	1	13451. 3	582.512	- 0.00046114 4	0.00322747	-2070.79
	2	- 12798. 8	-582.512	0.00046114 4	-0.00589698	-1301.31
Балка-77(Квадратная труба 100 X 100 X 4(2)[2])	1	16877. 9	0.00409474	69.6558	-803.806	0.062875
	2	- 17199. 2	-0.0287111	-392.003	-128.361	-0.0022628
Балка-78(Зеркальное отражение10[2])	1	13518. 1	-553.741	0.00067414 3	0.0119958	1989.86
	2	- 12865. 6	553.741	0.00067414 3	-0.00809329	1215.69
Балка-79(Зеркальное отражение10[1])	1	16906	0.00546328	57.0921	-726.641	0.068517
	2	- 17227. 2	0.00705487	-379.479	-154.643	0.0046801

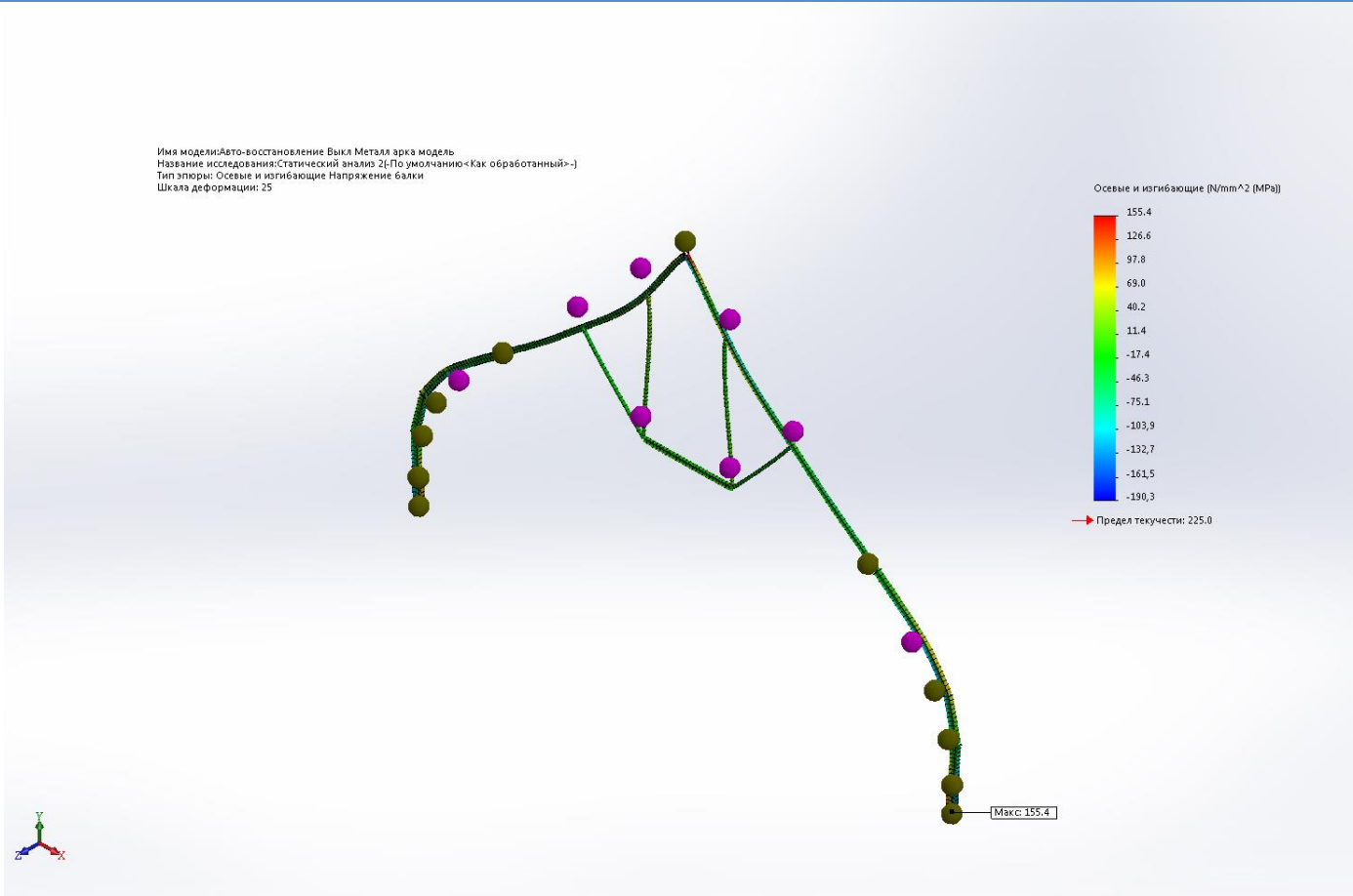
Напряжения балок

Имя балки	Соединения	По оси(N/m^2)	Направление сгиба1(N/m^2)	Направление сгиба2(N/m^2)	Крутильн (N/m^2)
Балка-28(Sb балка ДВУТАВР №33(1)[1])	1	- 1.64821e+007	860.212	-8.30578e+007	35059.3
	2	- 1.74494e+007	928.83	-1.52429e+008	-35059.3
Балка-31(Sb балка ДВУТАВР № 27(1)[1])	1	- 2.29802e+007	620.308	-2.5222e+006	11618.1
	2	- 2.68945e+007	973.413	-8.85049e+007	-11618.1
Балка-54(Sb балка ДВУТАВР №33(1)[1])	1	- 2.14157e+007	1148.86	8.52642e+006	28020.8
	2	- 2.32969e+007	1300.44	-1.24444e+008	-28020.8
Балка-56(Отсечь/Удлинить2)	1	- 2.51626e+007	1530.04	8.71557e+007	14113.1
	2	- 2.71488e+007	1791.04	1.57132e+007	-14113.2
Балка-66(Sb балка ДВУТАВР №20(2))	1	- 7.05768e+006	1079.14	-1.59631e+008	-1611.92
	2	- 3.50729e+007	-1712.01	-2.28615e+007	15498.1
	3	- 1.29537e+007	301.781	7.78925e+007	1611.95
	4	- 2.51763e+007	-555.977	-2.19697e+007	239.298
Балка-68(Отсечь/Удлинить6)	1	- 2.90139e+007	1583.13	-1.12986e+008	-2913.16
	2	- 2.71735e+007	1300.43	-9.00156e+007	2913.24
Балка-69(Зеркальное отражение4[7])	1	- 2.15253e+007	-1362.04	1.55405e+006	-32491
	2	- 2.34469e+007	-1858.74	-1.44848e+008	32491.8
Балка-70(Зеркальное отражение4[10])	1	- 2.30075e+007	-1088.89	-5.92865e+006	-11339.6

	2	- 2.69218e+007	-1439.7	-9.41921e+007	11339.4
Балка-71(Зеркальное отражение8)	1	- 7.08432e+006	601.681	-1.59632e+008	562.133
	2	- 3.51145e+007	2299.07	-2.98492e+007	-15715.3
	3	- 1.29803e+007	1116.77	7.68096e+007	-562.069
	4	- 2.52133e+007	1219.3	-2.56703e+007	-13.8497
Балка-72(Зеркальное отражение4[5])	1	- 1.65032e+007	1242.52	9.59355e+007	-28520.2
	2	- 1.74703e+007	1461.72	1.72885e+008	28521.7
Балка-73(Зеркальное отражение4[8])	1	- 2.53496e+007	1601.53	-8.79255e+007	-15958
	2	- 2.74909e+007	2114.84	-6.77189e+006	15958.8
Балка-74(Зеркальное отражение4[9])	1	- 2.93315e+007	-1286.64	-1.12113e+008	1816.61
	2	- -2.7204e+007	-1123.73	-9.26112e+007	-1816.77
Балка-75(Sb балка ДВУТАВР №20(3))	1	- 4.66869e+006	605.99	6.40815e+006	-361.612
	2	- 4.66869e+006	614.328	5.79679e+006	361.612
Балка-76(Квадратная труба 100 X 100 X 4(2)[1])	1	9.16719e+006	73.5689	4.72028e+007	-34.4481
	2	8.72254e+006	134.419	-2.96628e+007	34.4481
Балка-77(Квадратная труба 100 X 100 X 4(2)[2])	1	- 1.15025e+007	1.83225e+007	1433.23	68.4236
	2	- 1.17214e+007	-2.92595e+006	51.5804	-68.4249
Балка-78(Зеркальное отражение10[2])	1	9.21274e+006	273.44	-4.5358e+007	201.971
	2	8.76808e+006	184.484	2.77111e+007	-201.971
Балка-79(Зеркальное отражение10[1])	1	- 1.15216e+007	1.65635e+007	1561.82	81.5862
	2	- 1.17405e+007	-3.52502e+006	-106.682	-81.5853

Результаты исследования

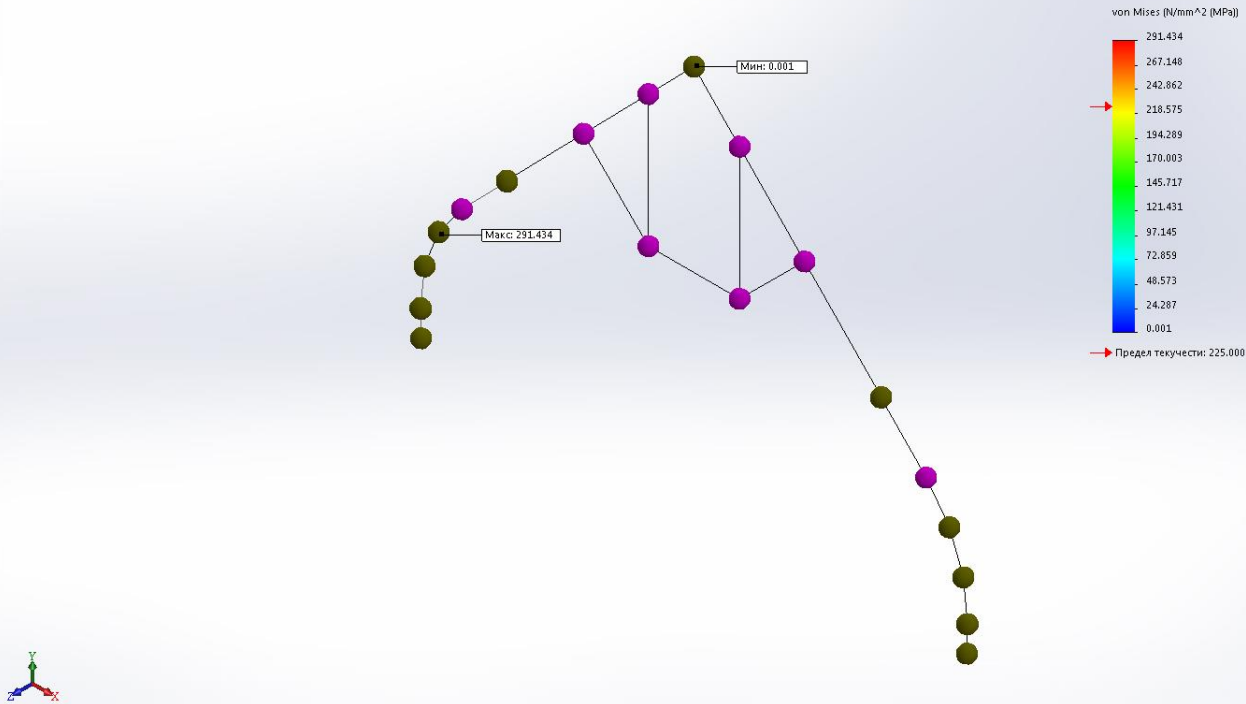
Имя	Тип	Мин	Макс
Напряжение балки	Осевые и изгибающие	10.1 N/mm^2 (MPa) Элемент: 222846	190.4 N/mm^2 (MPa) Элемент: 222717



Выкл Металл арка
модель-Статический анализ 2-Напряжение-Напряжение балки

Имя	Тип	Мин	Макс
Напряжение твёрдые тела	VON: Напряжение Von Mises	0.000 N/mm^2 (MPa) Узел: 378918	291.434 N/mm^2 (MPa) Узел: 65239

Имя модели:Авто-восстановление Выкл Металл арка модель
Название исследования:Статический анализ 2(По умолчанию «Как обработанный»-)
Тип элпур: Статический анализ узловое напряжение Напряжение твёрдые тела

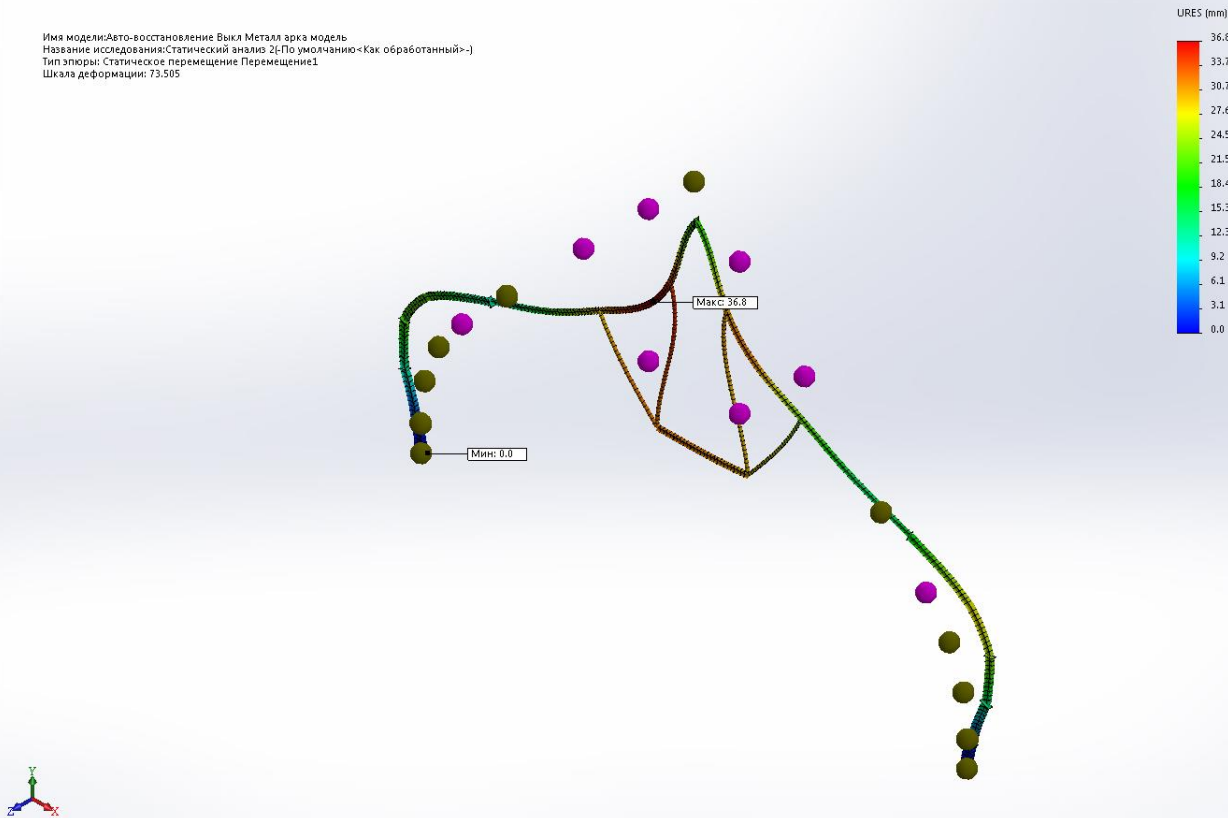


Выкл Металл арка

модель-Статический анализ 2-Напряжение-Напряжение твёрдые тела

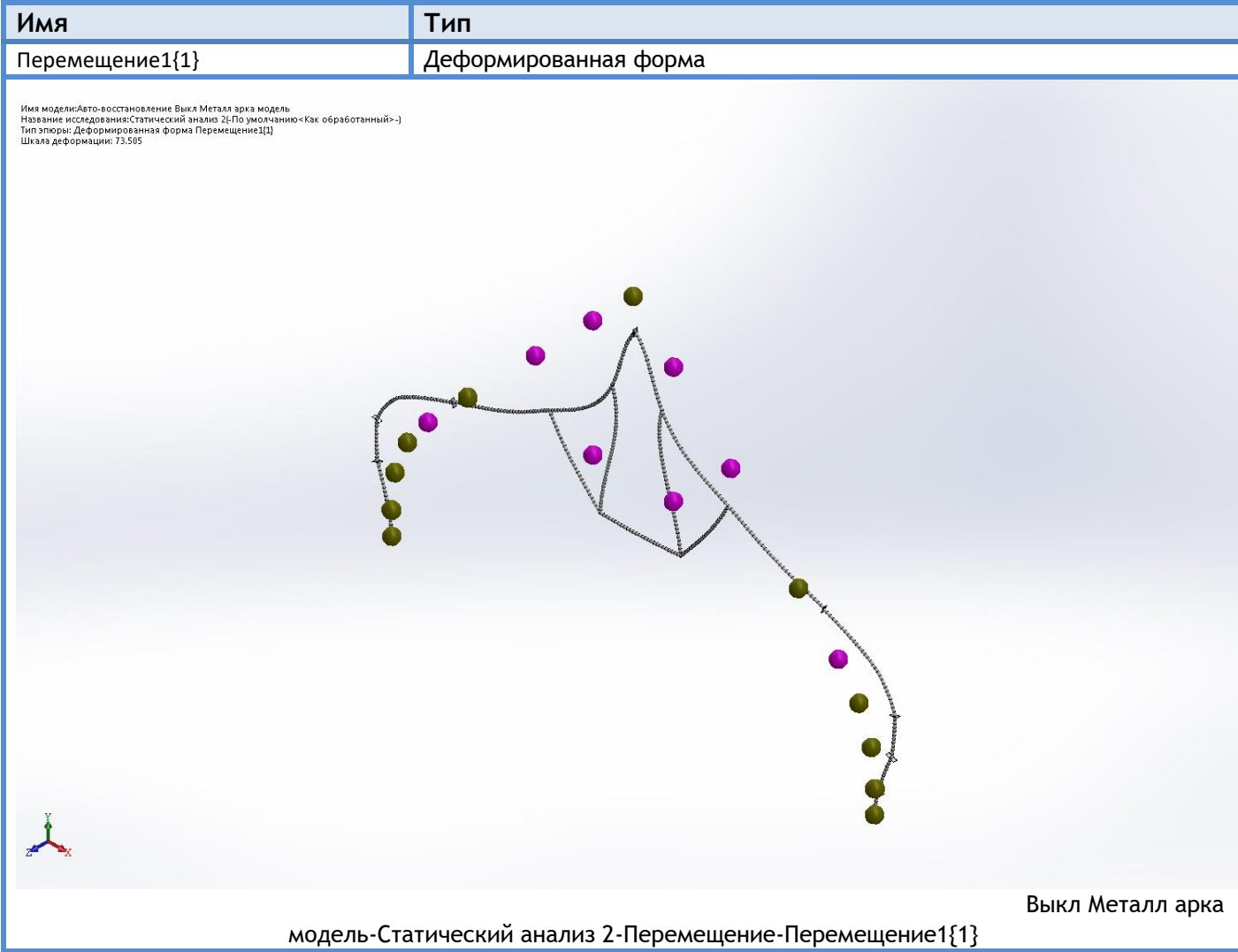
Имя	Тип	Мин	Макс
Перемещение1	URES: Результирующее перемещение	0.0 mm Узел: 122927	36.8 mm Узел: 378998

Имя модели:Авто-восстановление Выкл Металл арка модель
Название исследования:Статический анализ 2(По умолчанию «Как обработанный»-)
Тип элпур: Статическое перемещение Перемещение1
Шкала деформации: 73.505



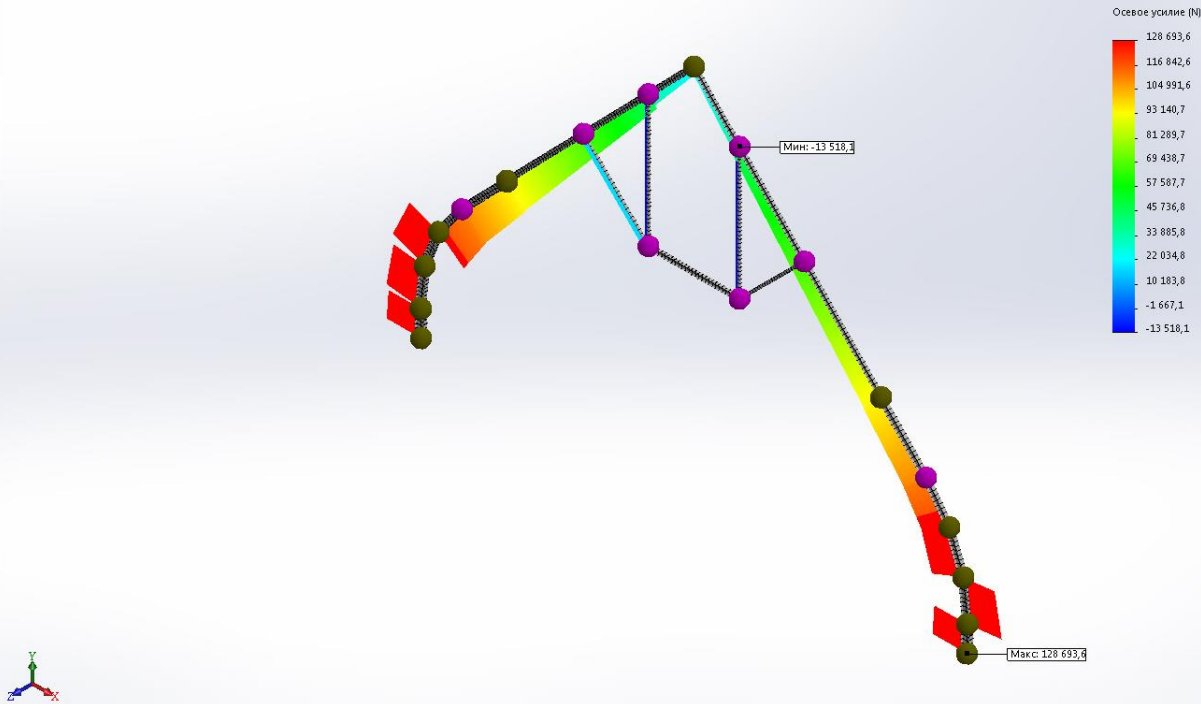
Выкл Металл арка

модель-Статический анализ 2-Перемещение-Перемещение1



Имя	Тип
Эпюра сдвига-момента1	Осевое усилие

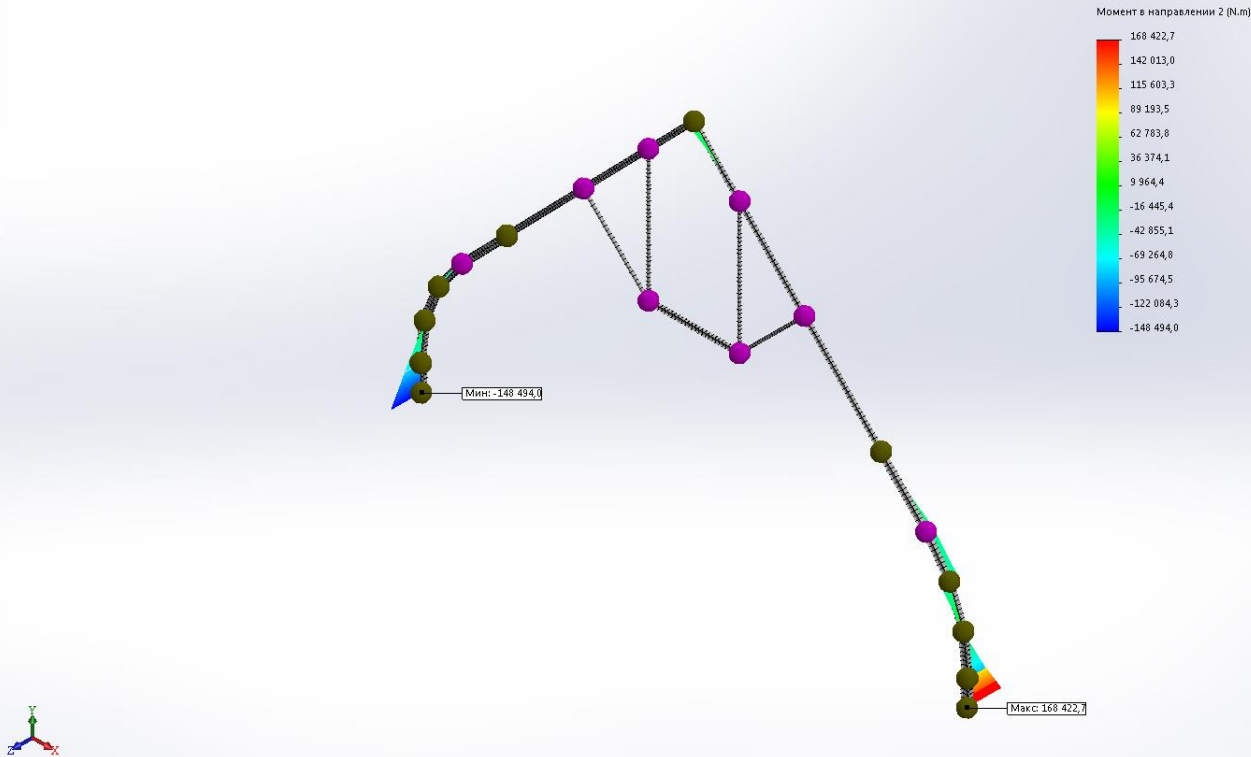
Имя модели:Авто-восстановление Выкл Металл арка модель
Название исследования:Статический анализ 2[-По умолчанию<Как обработанный>-]
Тип эпюры: Эпюра сдвига-момента1



Выкл Металл арка
модель-Статический анализ 2-Эпюра сдвига-момента-Эпюра сдвига-момента1

Имя	Тип
Эпюра сдвига-момента2	Момент в направлении 2

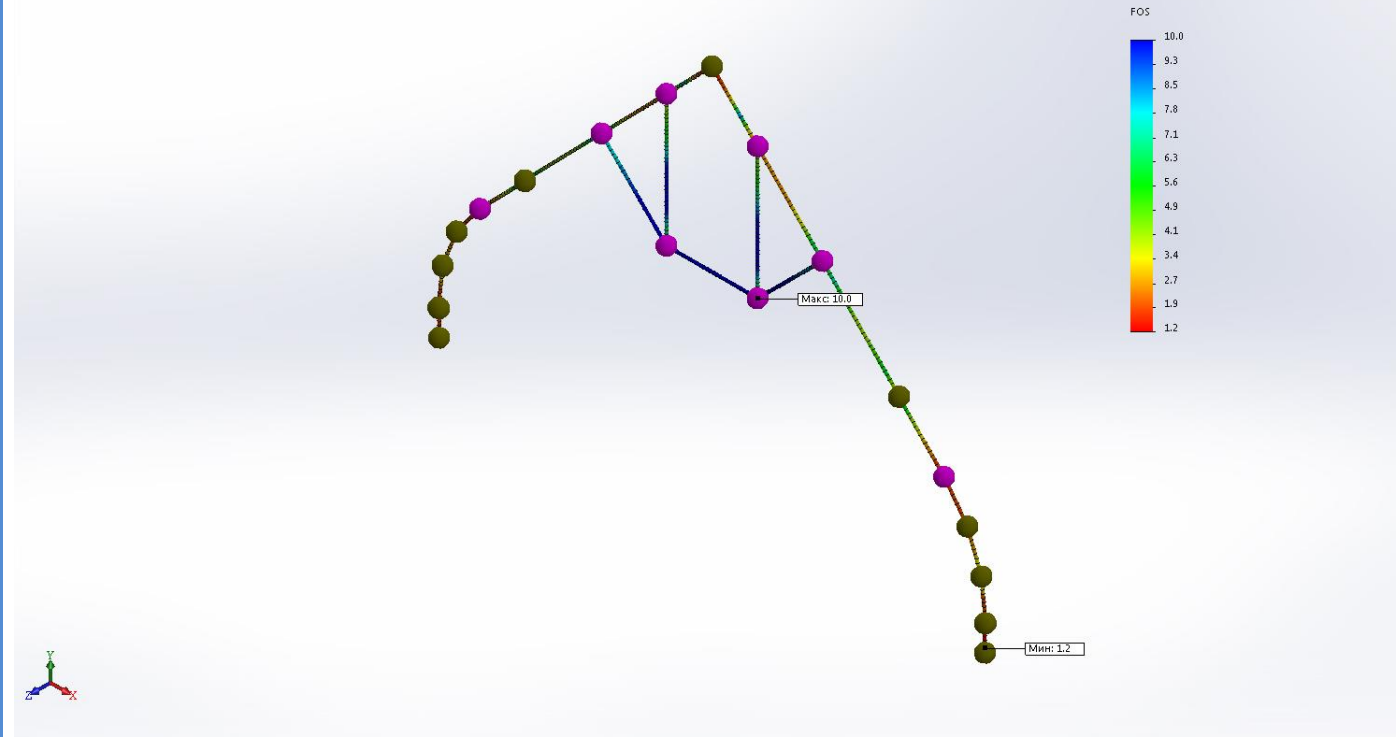
Имя модели:Авто-восстановление Выкл Металл арка модель
Название исследования:Статический анализ 2[-По умолчанию<Как обработанный>-]
Тип эпюры: Эпюра сдвига-момента2



Выкл Металл арка
модель-Статический анализ 2-Эпюра сдвига-момента-Эпюра сдвига-момента2

Имя	Тип	Мин	Макс
Запас прочности1	Авто	0.8 Узел: 65239	10.0 Узел: 5

Имя модели:Авто-восстановление Выкл Металл арка модель
Название исследования:Статический анализ 2(-По умолчанию<Как обработанный>-)
Тип эпоры: Запас прочности Запас прочности1
Критерий : Авто
Распределение запаса прочности: Мин. коэффициент запаса прочности = 0.77
Глобальное значение: 0.772045 до 10



Выкл Металл арка
модель-Статический анализ 2-Запас прочности-Запас прочности1



Описание

Данные отсутствуют

Симуляция Металл арка 30й двутавр

Date: 22 октября 2021 г.

Создатель:: Solidworks

Имя исследования: Статический анализ 2

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

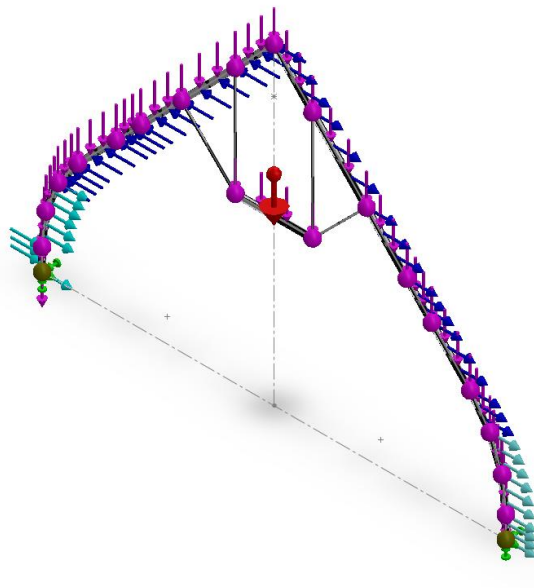
Балки

Результаты исследования

ВыводОшибка! Закладка не определена

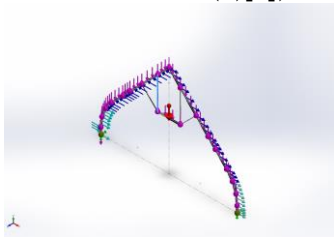
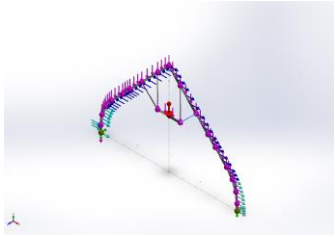
Допущения

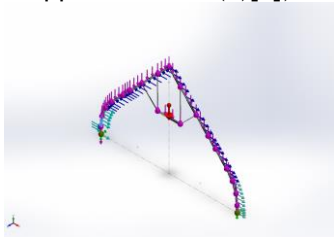
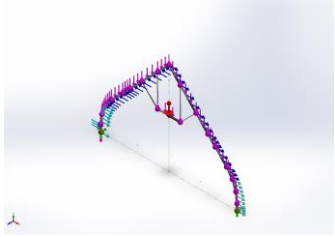
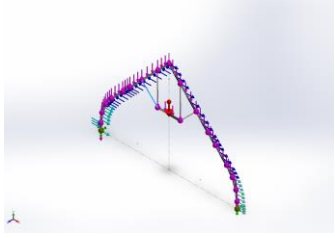
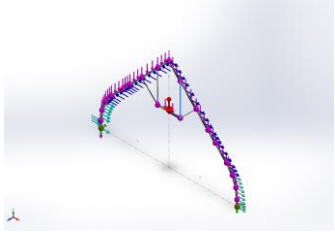
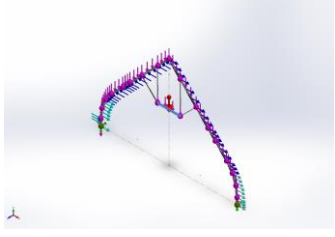
Информация о модели

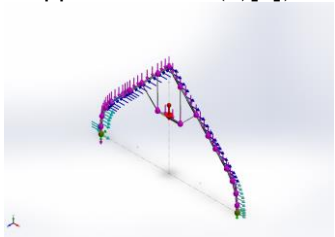
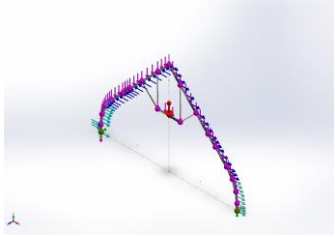
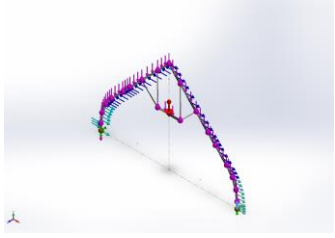
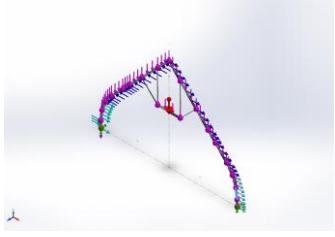
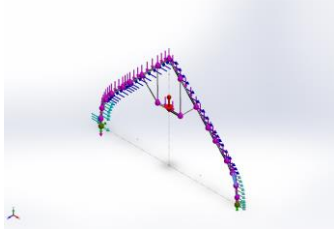


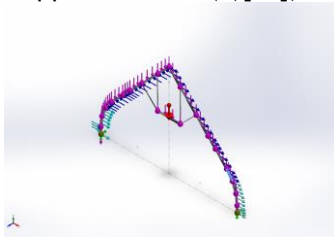
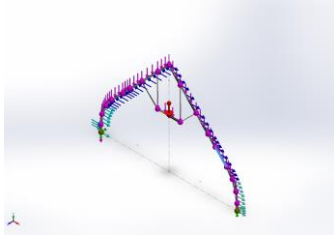
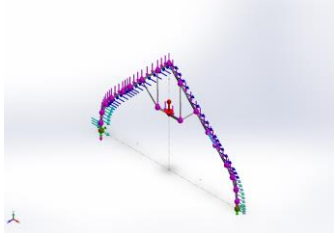
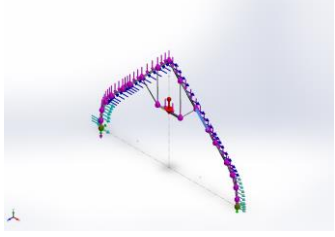
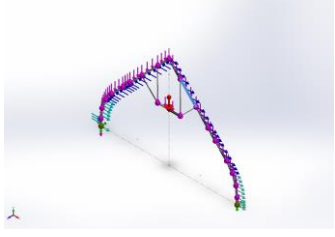
Имя модели: Металл арка 30й двутавр
Активная конфигурация: По умолчанию<Как обработанный>

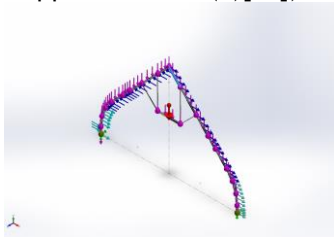
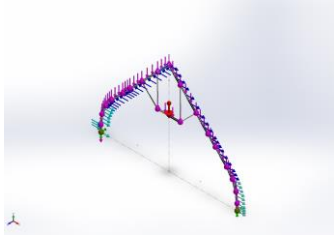
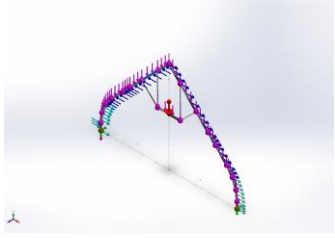
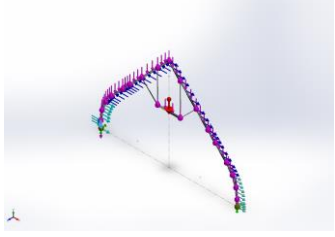
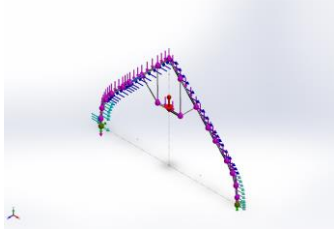
Тела балок:

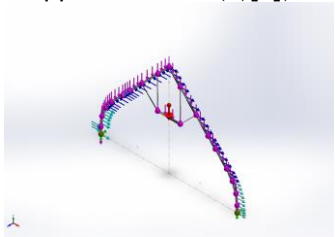
Имя и ссылки документа	Постановка	Свойства	Путь документа/Дата изменения
Балка-1(Квадратная труба 100 X 100 X 4(1)[1]) 	Балка - Постоянного сечения	Стандарт сечения-iso/square tube/100 x 100 x 4 Площадь сечения: 0.00146733m ² Длина:5716.1mm Объем:0.0083874m ³ Массовая плотность:7830kg/m ³ Масса:65.6733kg Масса:643.599N	Oct 22 08:54:45 2021
Балка-3(Квадратная труба 100 X 100 X 4(1)[4]) 	Балка - Постоянного сечения	Стандарт сечения-iso/square tube/100 x 100 x 4 Площадь сечения: 0.00146733m ² Длина:3867.69mm Объем:0.00567524m ³ Массовая плотность:7830kg/m ³ Масса:44.4371kg Масса:435.484N	Oct 22 08:54:45 2021

Балка-4(Sb балка ДВУТАВР №30(1)[2]) 	Балка - Постоянного сечения	Стандарт сечения-iso/sb beam/Двутавр №30 Площадь сечения: 0.00464009m² Длина:1703.41mm Объем:0.00790427m³ Массовая плотность:7830kg/m³ Масса:61.8904kg Масса:606.526N	Oct 22 08:54:45 2021
Балка-5(Sb балка ДВУТАВР №30(1)[3]) 	Балка - Постоянного сечения	Стандарт сечения-iso/sb beam/Двутавр №30 Площадь сечения: 0.00464009m² Длина:1703.41mm Объем:0.00790426m³ Массовая плотность:7830kg/m³ Масса:61.8904kg Масса:606.526N	Oct 22 08:54:45 2021
Балка-21(Квадратная труба 100 X 100 X 4(1)[3]) 	Балка - Постоянного сечения	Стандарт сечения-iso/square tube/100 x 100 x 4 Площадь сечения: 0.00146733m² Длина:3867.69mm Объем:0.00567524m³ Массовая плотность:7830kg/m³ Масса:44.4371kg Масса:435.484N	Oct 22 08:54:45 2021
Балка-22(Квадратная труба 100 X 100 X 4(1)[2]) 	Балка - Постоянного сечения	Стандарт сечения-iso/square tube/100 x 100 x 4 Площадь сечения: 0.00146733m² Длина:5716.1mm Объем:0.0083874m³ Массовая плотность:7830kg/m³ Масса:65.6733kg Масса:643.599N	Oct 22 08:54:45 2021
Балка-23(Sb балка ДВУТАВР №30(1)[19]) 	Балка - Постоянного сечения	Стандарт сечения-iso/sb beam/Двутавр №30 Площадь сечения: 0.00464009m² Длина:4000mm Объем:0.0185603m³ Массовая плотность:7830kg/m³ Масса:145.328kg Масса:1424.21N	Oct 22 08:54:45 2021

Балка-54(Sb балка ДВУТАВР №30(3)[5]) 	Балка - Постоянного сечения	Стандарт сечения-iso/sb beam/Двутавр №30 Площадь сечения: 0.00464009m^2 Длина:2850mm Объем:0.0132248м³ Массовая плотность:7830kg/м³ Масса:103.55kg Масса:1014.79N	Oct 22 08:54:45 2021
Балка-55(Sb балка ДВУТАВР №30(3)[4]) 	Балка - Постоянного сечения	Стандарт сечения-iso/sb beam/Двутавр №30 Площадь сечения: 0.00464009m^2 Длина:1703.41mm Объем:0.00790426м³ Массовая плотность:7830kg/м³ Масса:61.8904kg Масса:606.526N	Oct 22 08:54:45 2021
Балка-56(Sb балка ДВУТАВР №30(3)[18]) 	Балка - Постоянного сечения	Стандарт сечения-iso/sb beam/Двутавр №30 Площадь сечения: 0.00464009m^2 Длина:1120mm Объем:0.0051971м³ Массовая плотность:7830kg/м³ Масса:40.6933kg Масса:398.795N	Oct 22 08:54:45 2021
Балка-57(Sb балка ДВУТАВР №30(3)[17]) 	Балка - Постоянного сечения	Стандарт сечения-iso/sb beam/Двутавр №30 Площадь сечения: 0.00464009m^2 Длина:1703.41mm Объем:0.00790426м³ Массовая плотность:7830kg/м³ Масса:61.8904kg Масса:606.526N	Oct 22 08:54:45 2021
Балка-58(Sb балка ДВУТАВР №30(3)[16]) 	Балка - Постоянного сечения	Стандарт сечения-iso/sb beam/Двутавр №30 Площадь сечения: 0.00464009m^2 Длина:1703.41mm Объем:0.00790426м³ Массовая плотность:7830kg/м³ Масса:61.8904kg Масса:606.526N	Oct 22 08:54:45 2021

Балка-59(Sb балка ДВУТАВР №30(3)[15]) 	Балка - Постоянного сечения	Стандарт сечения-iso/sb beam/Двутавр №30 Площадь сечения: 0.00464009m^2 Длина:1703.41mm Объем:0.00790427m³ Массовая плотность:7830kg/m³ Масса:61.8904kg Масса:606.526N	Oct 22 08:54:45 2021
Балка-60(Sb балка ДВУТАВР №30(3)[14]) 	Балка - Постоянного сечения	Стандарт сечения-iso/sb beam/Двутавр №30 Площадь сечения: 0.00464009m^2 Длина:2850mm Объем:0.0132242m³ Массовая плотность:7830kg/m³ Масса:103.546kg Масса:1014.75N	Oct 22 08:54:45 2021
Балка-61(Sb балка ДВУТАВР №30(3)[13]) 	Балка - Постоянного сечения	Стандарт сечения-iso/sb beam/Двутавр №30 Площадь сечения: 0.00464009m^2 Длина:1850mm Объем:0.00858416m³ Массовая плотность:7830kg/m³ Масса:67.214kg Масса:658.697N	Oct 22 08:54:45 2021
Балка-62(Sb балка ДВУТАВР №30(3)[12]) 	Балка - Постоянного сечения	Стандарт сечения-iso/sb beam/Двутавр №30 Площадь сечения: 0.00464009m^2 Длина:3000mm Объем:0.0139203m³ Массовая плотность:7830kg/m³ Масса:108.996kg Масса:1068.16N	Oct 22 08:54:45 2021
Балка-63(Sb балка ДВУТАВР №30(3)[11]) 	Балка - Постоянного сечения	Стандарт сечения-iso/sb beam/Двутавр №30 Площадь сечения: 0.00464009m^2 Длина:4000mm Объем:0.0185603m³ Массовая плотность:7830kg/m³ Масса:145.328kg Масса:1424.21N	Oct 22 08:54:45 2021

Балка-64(Sb балка ДВУТАВР №30(3)[10]) 	Балка - Постоянного сечения	Стандарт сечения-iso/sb beam/Двутавр №30 Площадь сечения: 0.00464009м² Длина:2867.21mm Объем:0.0133033м³ Массовая плотность:7830kg/м³ Масса:104.165kg Масса:1020.82N	Oct 22 08:54:45 2021
Балка-65(Sb балка ДВУТАВР №30(3)[9]) 	Балка - Постоянного сечения	Стандарт сечения-iso/sb beam/Двутавр №30 Площадь сечения: 0.00464009м² Длина:2867.21mm Объем:0.0133041м³ Массовая плотность:7830kg/м³ Масса:104.171kg Масса:1020.88N	Oct 22 08:54:45 2021
Балка-66(Sb балка ДВУТАВР №30(3)[8]) 	Балка - Постоянного сечения	Стандарт сечения-iso/sb beam/Двутавр №30 Площадь сечения: 0.00464009м² Длина:4000mm Объем:0.0185603м³ Массовая плотность:7830kg/м³ Масса:145.328kg Масса:1424.21N	Oct 22 08:54:45 2021
Балка-67(Sb балка ДВУТАВР №30(3)[1]) 	Балка - Постоянного сечения	Стандарт сечения-iso/sb beam/Двутавр №30 Площадь сечения: 0.00464009м² Длина:1120mm Объем:0.0051969м³ Массовая плотность:7830kg/м³ Масса:40.6917kg Масса:398.779N	Oct 22 08:54:45 2021
Балка-68(Sb балка ДВУТАВР №30(3)[7]) 	Балка - Постоянного сечения	Стандарт сечения-iso/sb beam/Двутавр №30 Площадь сечения: 0.00464009м² Длина:3000mm Объем:0.0139203м³ Массовая плотность:7830kg/м³ Масса:108.996kg Масса:1068.16N	Oct 22 08:54:45 2021

Балка-69(Sb балка ДВУТАВР №30(3)[6]) 	Балка - Постоянного сечения	Стандарт сечения-iso/sb beam/Двутавр №30 Площадь сечения: 0.00464009m ² Длина:1850mm Объем:0.00858416m ³ Массовая плотность:7830kg/m ³ Масса:67.214kg Масса:658.697N	Oct 22 08:54:45 2021
--	-----------------------------	--	----------------------

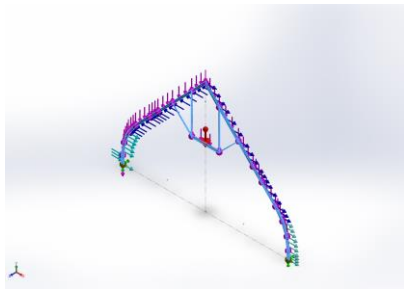
Свойства исследования

Имя исследования	Статический анализ 2
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

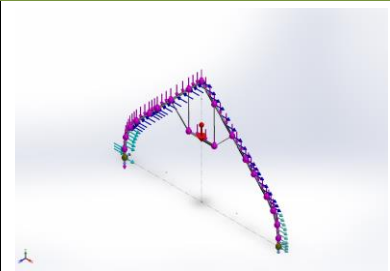
Система единиц измерения:	СИ (MKS)
Длина/Перемещение	mm
Температура	Kelvin
Угловая скорость	Рад/сек
Давление/Напряжение	N/m ²

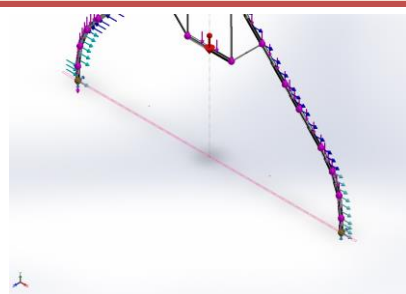
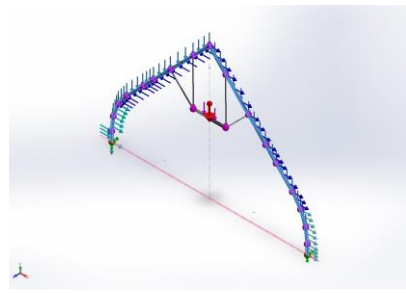
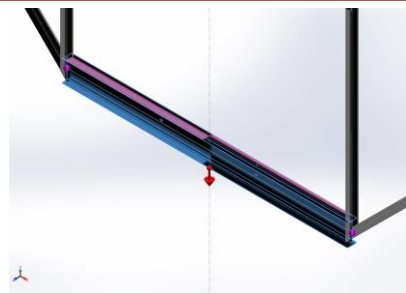
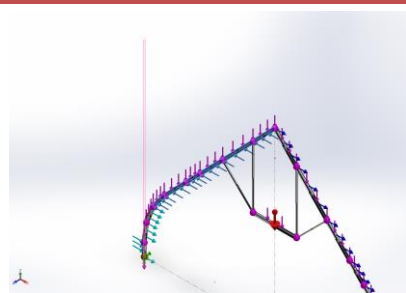
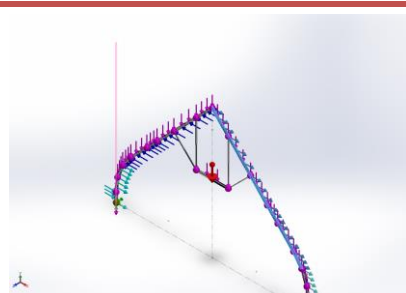
Свойства материала

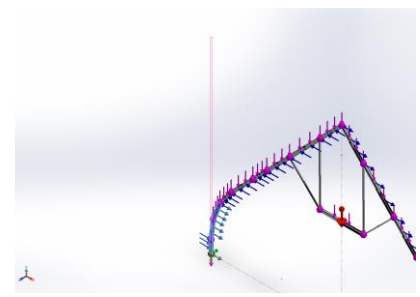
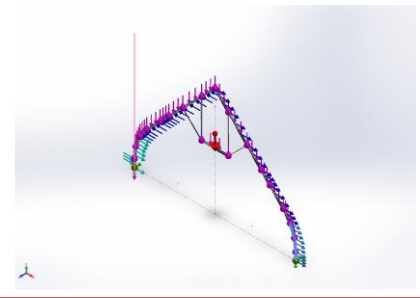
Ссылка на модель	Свойства	Компоненты
	Имя: Сталь 3 ГОСТ 535-88	Твердое тело
	Тип модели: Линейный Упругий Изотропный	1(Квадратная труба 100 100 X 4(1)[1])(Металл ар
	Критерий прочности по умолчанию: Максимальное напряжение von Mises	30й двутавр), Твердое тело
	Предел текучести: 2.25e+008 N/m^2	3(Квадратная труба 100 100 X 4(1)[4])(Металл ар
	Предел прочности при растяжении: 4.4e+008 N/m^2	30й двутавр), Твердое тело 4(Sb балка
	Модуль упругости: 2.05e+011 N/m^2	ДВУТАВР №30(Sb балка
	Коэффициент Пуассона: 0.29	ДВУТАВР № 27(Sb балка
	Массовая плотность: 7830 kg/m^3	ДВУТАВР
	Модуль сдвига: 7.9e+010 N/m^2	№30(3)[2])(Металл арка
	Коэффициент теплового расширения: 1.16e-005 /Kelvin	30й двутавр), Твердое тело 5(Sb балка
		ДВУТАВР №30(Sb балка
		ДВУТАВР № 27(Sb балка
		ДВУТАВР
		№30(3)[3])(Металл арка
		30й двутавр), Твердое тело
		21(Квадратная труба 100 100 X 4(1)[3])(Металл ар
		30й двутавр), Твердое тело
		22(Квадратная труба 100 100 X 4(1)[2])(Металл ар
		30й двутавр), Твердое тело 23(Sb балк
		ДВУТАВР №30(Sb балка
		ДВУТАВР № 27(Sb балка
		ДВУТАВР
		№30(3)[19])(Металл арка
		30й двутавр), Твердое тело 54(Sb балк
		ДВУТАВР
		№30(3)[5])(Металл арка
		30й двутавр), Твердое тело 55(Sb балк
		ДВУТАВР
		№30(3)[4])(Металл арка
		30й двутавр), Твердое тело 56(Sb балк
		ДВУТАВР
		№30(3)[18])(Металл арка
		30й двутавр), Твердое тело 57(Sb балк
		ДВУТАВР
		№30(3)[17])(Металл арка
		30й двутавр), Твердое тело 58(Sb балк
		ДВУТАВР
		№30(3)[16])(Металл арка
		30й двутавр), Твердое тело 59(Sb балк
		ДВУТАВР
		№30(3)[15])(Металл арка
		30й двутавр), Твердое тело 60(Sb балк
		ДВУТАВР

		№30(3)[14])(Металл арка 30й двутавр), Твердое тело 61(Sb балк ДВУТАВР №30(3)[13])(Металл арка 30й двутавр), Твердое тело 62(Sb балк ДВУТАВР №30(3)[12])(Металл арка 30й двутавр), Твердое тело 63(Sb балк ДВУТАВР №30(3)[11])(Металл арка 30й двутавр), Твердое тело 64(Sb балк ДВУТАВР №30(3)[10])(Металл арка 30й двутавр), Твердое тело 65(Sb балк ДВУТАВР №30(3)[9])(Металл арка 30й двутавр), Твердое тело 66(Sb балк ДВУТАВР №30(3)[8])(Металл арка 30й двутавр), Твердое тело 67(Sb балк ДВУТАВР №30(3)[1])(Металл арка 30й двутавр), Твердое тело 68(Sb балк ДВУТАВР №30(3)[7])(Металл арка 30й двутавр), Твердое тело 69(Sb балк ДВУТАВР №30(3)[6])(Металл арка 30й двутавр)
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 тяжести-1		Справочный: Сверху Значения: 0 0 -9.81 Единицы измерения: SI
Сила-1		Объекты: 1 плоскость(и), 18 Балка (s) Справочный: Сверху Тип: Приложить силу Значения: ---, ---, -5800 N Моменты: ---, ---, --- N.m
Сила-2		Объекты: 1 Балка (s) Справочный: Грань < 1 > Тип: Приложить силу Значения: ---, ---, 285 N Моменты: ---, ---, --- N.m
Сила-3		Объекты: 1 плоскость(и), 6 Балка (s) Справочный: Справа Тип: Приложить силу Значения: ---, ---, -1750 N Моменты: ---, ---, --- N.m
Сила-4		Объекты: 1 плоскость(и), 6 Балка (s) Справочный: Справа Тип: Приложить силу Значения: ---, ---, 1750 N Моменты: ---, ---, --- N.m

Сила-5		Объекты: 1 плоскость(и), 3 Балка(s) Справочный: Справа Тип: Приложить силу Значения: ---, ---, 860 N Моменты: ---, ---, --- N.m
Сила-6		Объекты: 1 плоскость(и), 3 Балка(s) Справочный: Справа Тип: Приложить силу Значения: ---, ---, 490 N Моменты: ---, ---, --- N.m

Определения соединителей

Данные отсутствуют

Данные контакта

Данные отсутствуют

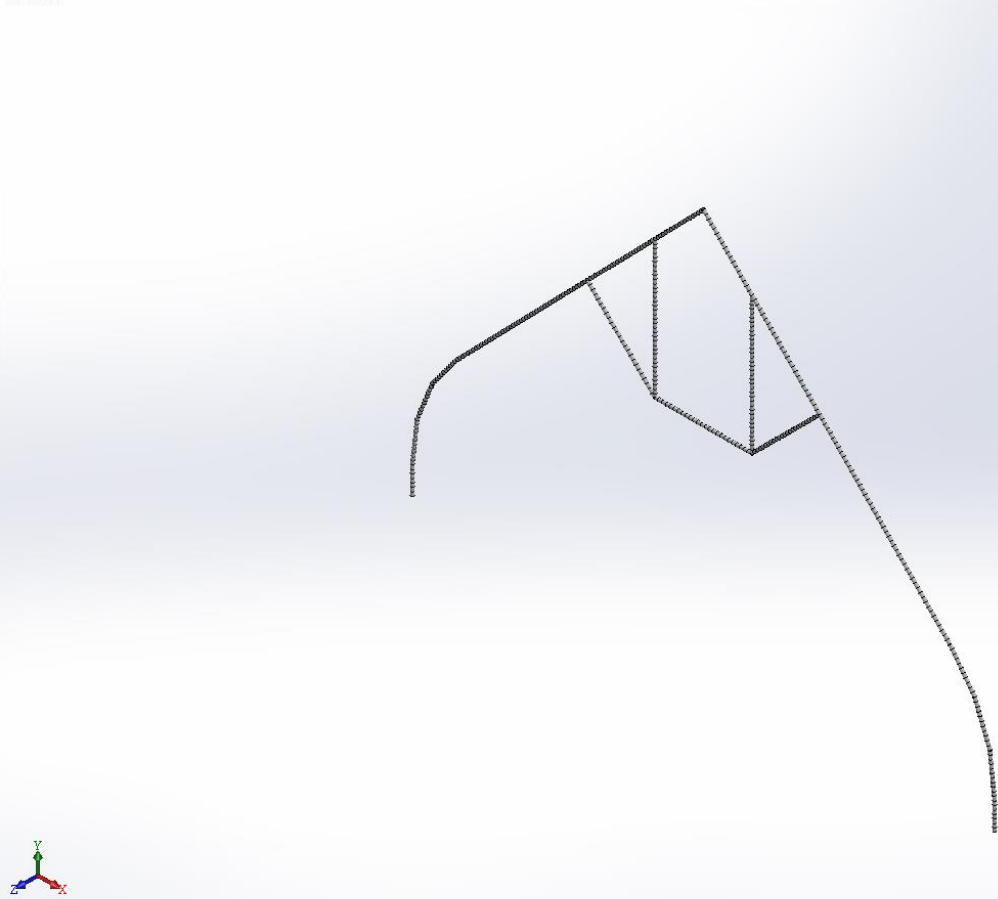
Информация о сетке

Тип сетки	Структура балок
-----------	-----------------

Информация о сетке - Детализация

Всего узлов	432
Всего элементов	411
Время для завершения сетки (hh:mm:ss):	00:00:04
Имя компьютера:	

Имя модели:Металл арка 30й двутавр
Название исследования:Статический анализ 2(По умолчанию<Как обработанный>-)
Тип сетки:



Данные датчиков

Данные отсутствуют

Результирующие силы
Силы реакции

Выбранный набор	Единицы	Сумма X	Сумма Y	Сумма Z	Результирующая
всей модели	N	-5363.06	260801	3.41061e-012	260856

Моменты реакции

Выбранный набор	Единицы	Сумма X	Сумма Y	Сумма Z	Результирующая
всей модели	N.m	-1.60071e-010	7.02104e-005	9963.62	9963.62

Балки
Силы балок

Имя балки	Соединени я	По оси(N)	Сдвиг1(N)	Сдвиг2(N)	Момент1(N.m)	Момент2(N.m)	Вр м
Балка-1(Квадратная труба 100 X 100 X 4(1)[1])	1	- 7511.2 1	-262.884	5.6928e-007	-5.17612e-006	-587.338	4
	2	8147.5 1	262.884	-5.6928e-007	1.96223e-006	-896.78	-4
Балка-3(Квадратная труба 100 X 100 X 4(1)[4])	1	- 8393.1 7	485.901	2.05404e-005	8.95389e-005	-407.819	-
	2	8079.9 1	-171.458	-2.05404e-005	-8.6461e-006	-886.506	0
Балка-4(Sb балка ДВУТАВР №30(1)[2])	1	- 119349	49507.9	2.92526e-006	-6.46438e-005	-28332.9	-3
	2	129601	-46860.2	-2.92527e-006	6.96267e-005	-53744.1	3
Балка-5(Sb балка ДВУТАВР №30(1)[3])	1	- 128119	16750.7	-2.92536e-006	-7.02252e-005	28332.9	-1
	2	118909	-21974.6	2.92536e-006	6.52421e-005	-61315.4	1
Балка-21(Квадратная труба 100 X 100 X 4(1)[3])	1	- 8367.5 6	0.0515449	-484.925	-378.512	-0.0402331	2
	2	8054.3	0.00992836	170.377	-911.823	-0.0531447	-2
Балка-22(Квадратная труба 100 X 100 X 4(1)[2])	1	- 7570.8 1	245.453	-2.54906e-005	-6.04117e-005	535.016	-0
	2	8207.1 1	-245.453	2.54906e-005	0.000204319	850.695	0
Балка-23(Sb балка ДВУТАВР №30(1)[19])	1	- 5848.9 3	-1262.42	4.95014e-006	-2.97305e-007	-208.826	-6
	2	5848.9 3	-1303.24	-4.95003e-006	2.00979e-005	127.197	6
Балка-54(Sb балка ДВУТАВР №30(3)[5])	1	- 108620	-20273.3	-2.9255e-006	-5.99585e-005	48059.1	1
	2	92568. 4	11608.3	2.92547e-006	5.16208e-005	-2627.6	-1
Балка-55(Sb балка ДВУТАВР №30(3)[4])	1	- 120531	-9719.86	-2.92595e-006	-6.61594e-005	61315.4	5
	2	110341	5844.71	2.92531e-006	6.11762e-005	-48059.1	-5
Балка-56(Sb балка ДВУТАВР №30(3)[18])	1	130472	65692.7	2.92566e-006	-6.904e-005	131814	3
	2	- 123579	-65199.6	-2.92566e-006	6.5764e-005	-58514.8	-3
Балка-57(Sb балка ДВУТАВР №30(3)[17])	1	130189	50729.3	2.91901e-006	-6.90198e-005	58514.8	2
	2	- 119715	-51433.3	-2.92562e-006	6.40463e-005	28496.7	-2
Балка-58(Sb балка ДВУТАВР №30(3)[16])	1	128974	18515.6	2.92662e-006	-6.82859e-005	-28496.7	7
	2	- 119044	-21920.6	-2.92551e-006	6.3308e-005	62936.3	-7
Балка-59(Sb балка	1	120647	-9805.45	2.92839e-006	-6.30294e-005	-62936.3	-9

ДВУТАВР №30(3)[15])	2	- 110457	5931.48	-2.92541e- 006	5.8037e-005	49532.5	9
Балка-60(Sb балка ДВУТАВР №30(3)[14])	1	108724	-20374.8	2.91624e- 006	-5.62791e-005	-49532.5	-1
	2	- 92672. 3	11709.8	-2.92539e- 006	4.79584e-005	3812.71	1
Балка-61(Sb балка ДВУТАВР №30(3)[13])	1	92672. 3	-11709.4	2.92507e- 006	-4.79584e-005	-3812.71	-1
	2	-82253	6084.77	-2.92541e- 006	4.25465e-005	-12646.8	
Балка-62(Sb балка ДВУТАВР №30(3)[12])	1	- 65356. 9	-3036.71	-2.92792e- 006	3.3776e-005	-17218.9	1
	2	82253	-6085.22	2.92446e- 006	-4.25475e-005	12646.8	-1
Балка-63(Sb балка ДВУТАВР №30(3)[11])	1	65621. 2	-5041.52	-1.76176e- 005	-0.000216903	16332.4	-6
	2	- 43093. 1	-7120.95	1.76141e- 005	0.00028736	-12172.4	6
Балка-64(Sb балка ДВУТАВР №30(3)[10])	1	37041. 1	12669.9	7.87513e- 006	-2.0519e-005	13023.1	1
	2	- 20892. 9	-21387.3	-7.87564e- 006	-2.06137e-006	35801.3	-1
Балка-65(Sb балка ДВУТАВР №30(3)[9])	1	- 36966. 5	12742.4	-7.87513e- 006	-9.95479e-006	-13231.4	-1
	2	20818. 2	-21460	7.87472e- 006	-1.26242e-005	-35801.3	1
Балка-66(Sb балка ДВУТАВР №30(3)[8])	1	42987. 9	-7247.5	7.30512e- 006	5.50376e-006	12334.6	-3
	2	-65516	-4914.21	-7.28787e- 006	-3.47661e-005	-17001.7	3
Балка-67(Sb балка ДВУТАВР №30(3)[1])	1	130328	-60328.1	-2.92522e- 006	6.90396e-005	-121851	3
	2	- 123433	61291.3	2.92564e- 006	-6.57639e-005	53744.1	-3
Балка-68(Sb балка ДВУТАВР №30(3)[7])	1	65253. 1	-3137.71	2.93884e- 006	3.74637e-005	17913.5	-1
	2	- 82149. 2	-5983.55	-2.92545e- 006	-4.62086e-005	-13644.8	1
Балка-69(Sb балка ДВУТАВР №30(3)[6])	1	- 92568. 4	-11608.1	-2.92586e- 006	-5.16209e-005	2627.6	1
	2	82149. 2	5983.45	2.92562e- 006	4.62103e-005	13644.8	-1

Напряжения балок

Имя балки	Соединения	По оси(N/m^2)	Направление сгиба1(N/m^2)	Направление сгиба2(N/m^2)	Крутильный (N/m^2)	В г с нап изги
Балка- 1(Квадратная труба 100 X 100 X 4(1)[1])	1	5.11897e+006	0.117988	-1.33881e+007	0.0788008	1.8
	2	5.55262e+006	0.0447283	2.04418e+007	-0.0788008	2.5
Балка- 3(Квадратная	1	- 5.72004e+006	2.04101	9.29607e+006	-3.3088	1.5

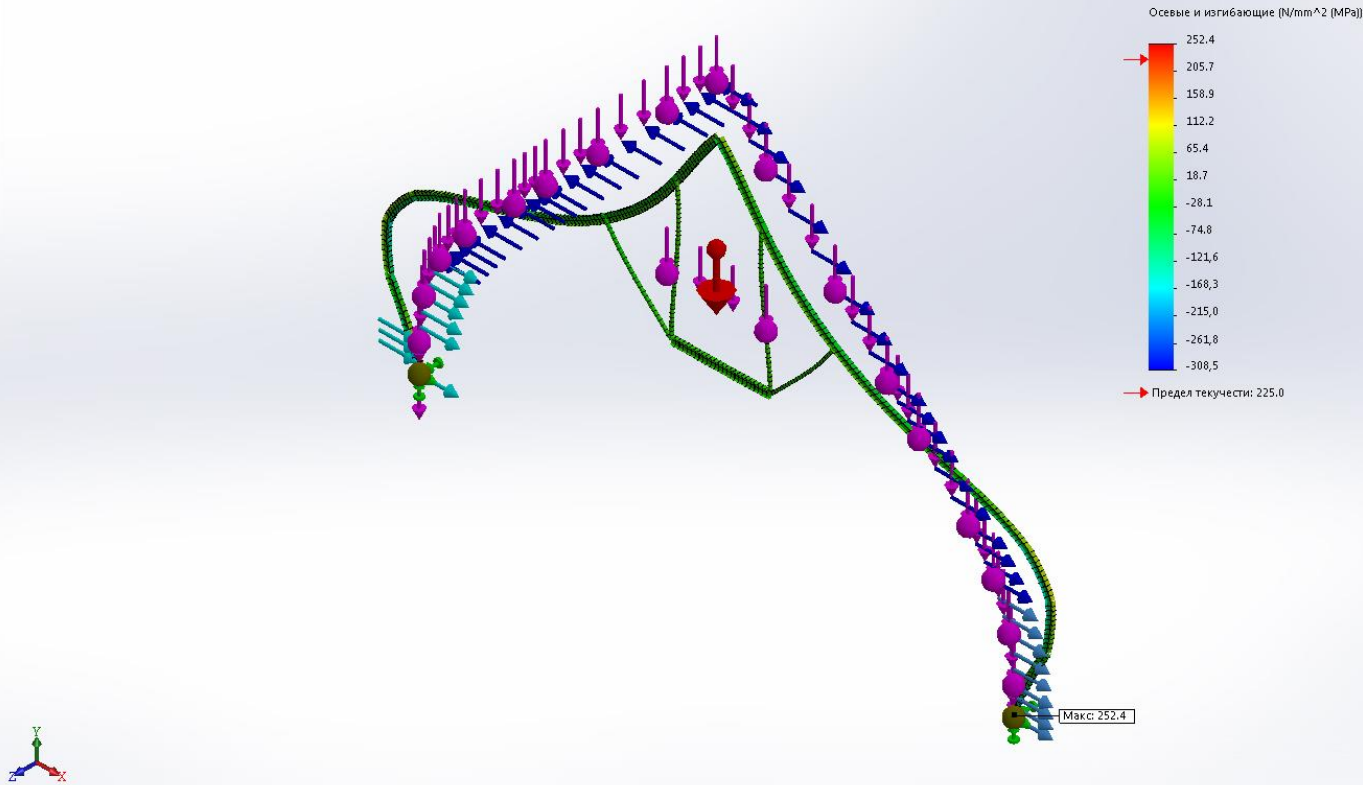
труба 100 X 100 X 4(1)[4])	2	- 5.50655e+006	0.197085	-2.02076e+007	3.30881	2.5
Балка-4(Sb балка ДВУТАВР №30(1)[2])	1	- 2.57212e+007	20.9904	5.95205e+007	-26.9203	8.5
	2	- 2.79307e+007	-43.0748	-1.12903e+008	26.9203	1.4
Балка-5(Sb балка ДВУТАВР №30(1)[3])	1	- 2.76114e+007	-1.53642	-6.02849e+007	-10.7503	8.7
	2	- 2.56265e+007	-1.4274	-1.30463e+008	10.7502	1.5
Балка-21(Квадратная труба 100 X 100 X 4(1)[3])	1	- 5.70258e+006	-8.62803e+006	917.098	0.0460497	1.4
	2	-5.4891e+006	2.07846e+007	-1211.41	-0.0460494	2.0
Балка-22(Квадратная труба 100 X 100 X 4(1)[2])	1	5.15959e+006	1.37706	1.21955e+007	-3.1177	1.7
	2	5.59324e+006	4.65738	-1.93913e+007	3.1177	2.4
Балка-23(Sb балка ДВУТАВР №30(1)[19])	1	- 1.26052e+006	-0.00650459	444326	-5.50036	1.7
	2	- 1.26052e+006	-0.439711	270641	5.50036	1.5
Балка-54(Sb балка ДВУТАВР №30(3)[5])	1	-2.3409e+007	-1.3118	-1.02257e+008	11.6905	1.2
	2	- 1.99497e+007	-1.12939	-5.59084e+006	-11.6905	2.5
Балка-55(Sb балка ДВУТАВР №30(3)[4])	1	- 2.59761e+007	42.1207	-1.28273e+008	4.71132	1.5
	2	- 2.37799e+007	32.8674	-1.00541e+008	-4.71167	1.2
Балка-56(Sb балка ДВУТАВР №30(3)[18])	1	- 2.81185e+007	1.51049	2.80466e+008	28.7243	3.0
	2	- 2.66328e+007	1.43882	1.24504e+008	-28.7228	1.5
Балка-57(Sb балка ДВУТАВР №30(3)[17])	1	- 2.80575e+007	-44.4436	1.22925e+008	22.2406	1.5
	2	- 2.58002e+007	23.2994	-5.98646e+007	-22.2406	8.5
Балка-58(Sb балка ДВУТАВР №30(3)[16])	1	- 2.77956e+007	1.49399	-6.06335e+007	6.43354	8.0
	2	- 2.56555e+007	1.38508	-1.33912e+008	-6.43329	1.5
Балка-59(Sb балка ДВУТАВР №30(3)[15])	1	- 2.60011e+007	1.37899	-1.33912e+008	-8.3532	1.5
	2	-2.3805e+007	1.26976	-1.05392e+008	8.35456	1.2
Балка-60(Sb балка ДВУТАВР №30(3)[14])	1	- 2.34314e+007	35.7559	-1.03623e+008	-15.2779	1.2
	2	- 1.99721e+007	3.43991	-7.97627e+006	15.2771	2.7
Балка-61(Sb балка ДВУТАВР №30(3)[13])	1	- 1.99721e+007	3.43991	-7.97627e+006	-15.2769	2.7
	2	- 1.77266e+007	-8.23219	2.64573e+007	15.277	4.0
Балка-62(Sb балка ДВУТАВР №30(3)[12])	1	- 1.40853e+007	-11.589	3.60223e+007	15.2772	5.0
	2	- 1.77266e+007	-8.23217	2.64573e+007	-15.2771	4.0
Балка-63(Sb балка	1	- 1.41422e+007	-8.0785	3.41677e+007	-5.60742	4.0

ДВУТАВР №30(3)[11])	2	- 9.28712e+006	-4.03948	2.54649e+007	5.60511	3.4
Балка-64(Sb балка ДВУТАВР №30(3)[10])	1	- 7.98284e+006	-8.84427	2.72445e+007	11.3126	3.5
	2	- 4.50271e+006	25.1701	-7.48971e+007	-11.3126	7.9
Балка-65(Sb балка ДВУТАВР №30(3)[9])	1	- 7.96677e+006	-0.217796	2.81529e+007	-1.52339	3.6
	2	-4.4866e+006	0.276198	-7.61756e+007	1.52334	8.0
Балка-66(Sb балка ДВУТАВР №30(3)[8])	1	- 9.26446e+006	-0.120414	2.62448e+007	-0.0313663	3.5
	2	- 1.41196e+007	-0.760629	3.6175e+007	0.0296427	5.0
Балка-67(Sb балка ДВУТАВР №30(3)[1])	1	- 2.80874e+007	-1.51048	-2.59266e+008	33.373	2.8
	2	- 2.66014e+007	-1.43882	-1.14353e+008	-33.373	1.4
Балка-68(Sb балка ДВУТАВР №30(3)[7])	1	- 1.40629e+007	-0.81965	3.81151e+007	-11.6924	5.1
	2	- 1.77042e+007	-1.01097	2.90325e+007	11.6905	4.6
Балка-69(Sb балка ДВУТАВР №30(3)[6])	1	- 1.99497e+007	-1.12939	-5.59084e+006	11.6904	2.5
	2	- 1.77042e+007	-1.01101	2.90325e+007	-11.6906	4.6

Результаты исследования

Имя	Тип	Мин	Макс
Напряжение1	Осевые и изгибающие	2.0 N/mm^2 (MPa) Элемент: 145	308.6 N/mm^2 (M Элемент: 199

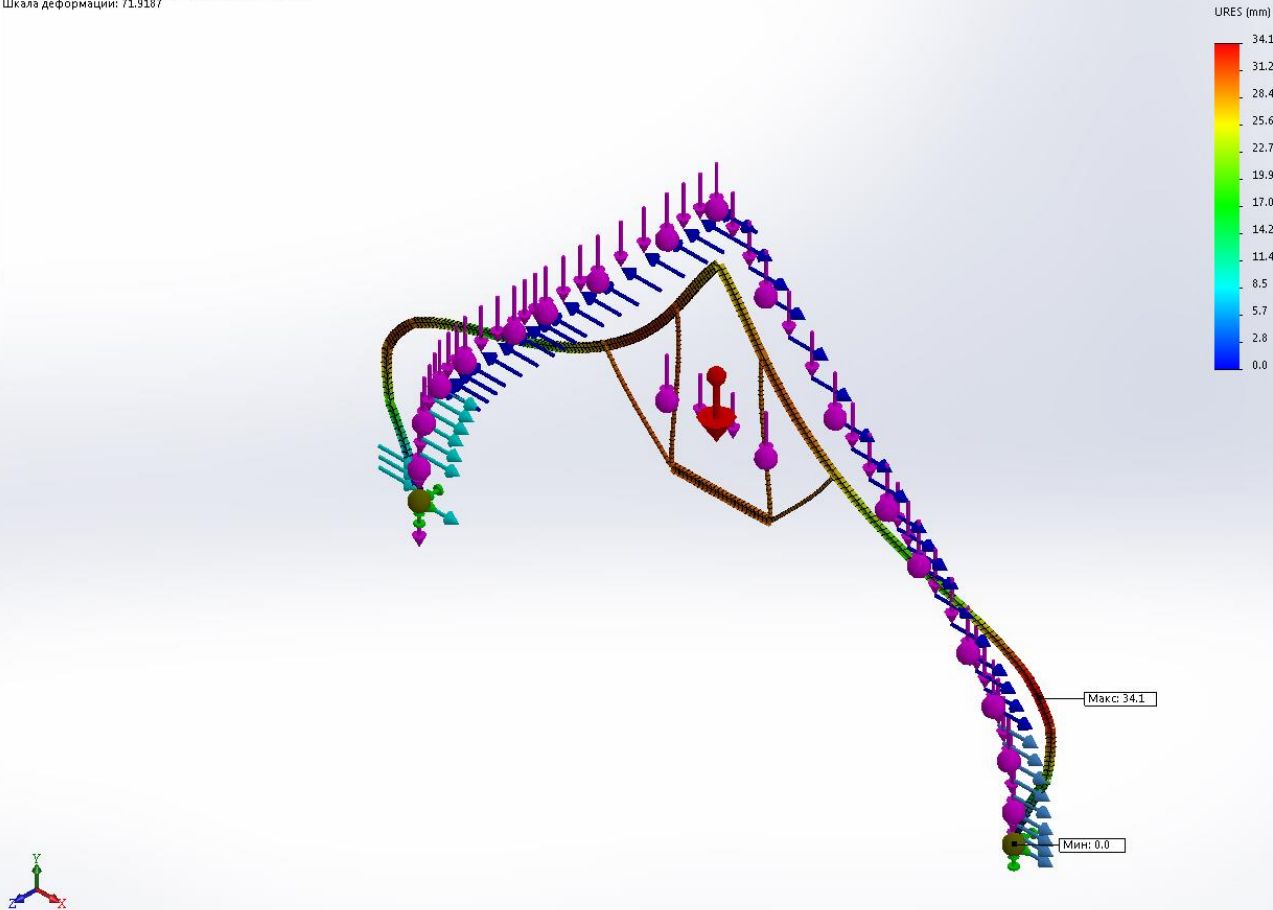
Имя модели:Металл арка 30й двутавр
Название исследования:Статический анализ 2(По умолчанию<Как обработанный>-)
Тип эпюры: Осевые и изгибающие Напряжение1
Шкала деформации: 71.9187



Металл арка 30й двутавр-Статический анализ 2-Напряжение-Напряжение1

Имя	Тип	Мин	Макс
Перемещение1	URES: Результирующее перемещение	0.0 mm Узел: 201	34.1 mm Узел: 236

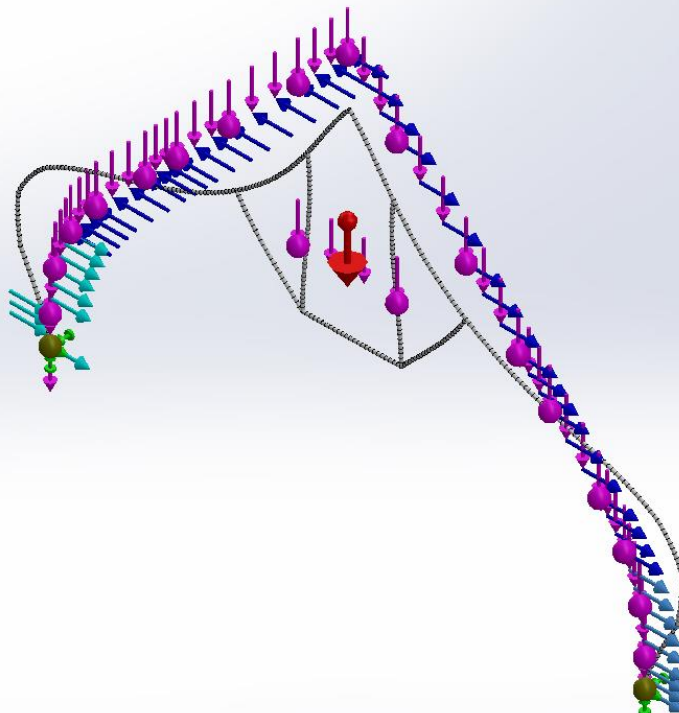
Имя модели:Металл арка 30й двутавр
Название исследования:Статический анализ 2(-По умолчанию-<Как обработанный>-)
Тип эпюры: Статическое перемещение Перемещение1
Шкала деформации: 71.9187



Металл арка 30й двутавр-Статический анализ 2-Перемещение-Перемещение1

Имя	Тип
Перемещение1{1}	Деформированная форма

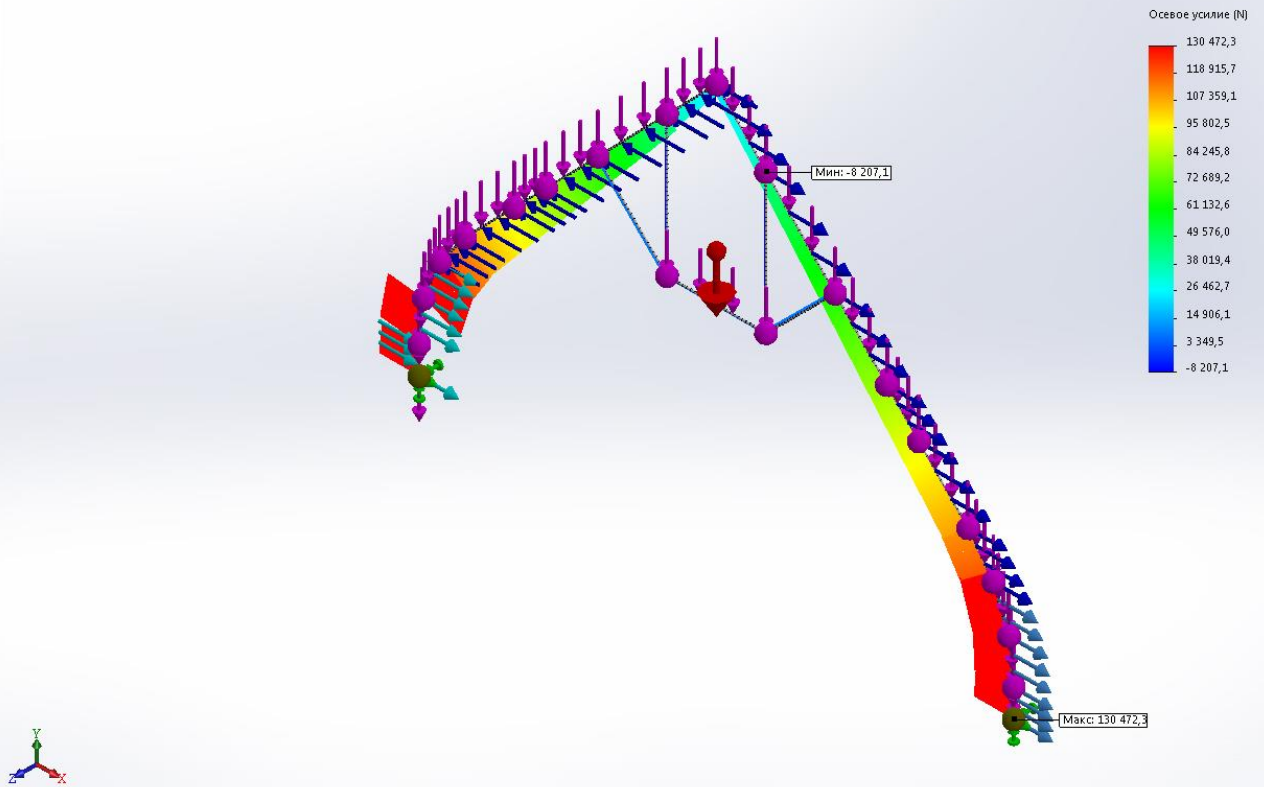
Имя модели:Металл арка 30й двутавр
 Название исследования:Статический анализ 2{-По умолчанию<Как обработанный>-}
 Тип эпюры: Деформированная форма Перемещение1{1}
 Шкала деформации: 71.9187



Металл арка 30й двутавр-Статический анализ 2-Перемещение-Перемещение1{1}

Имя	Тип
Эпюра сдвига-момента1	Осевое усилие

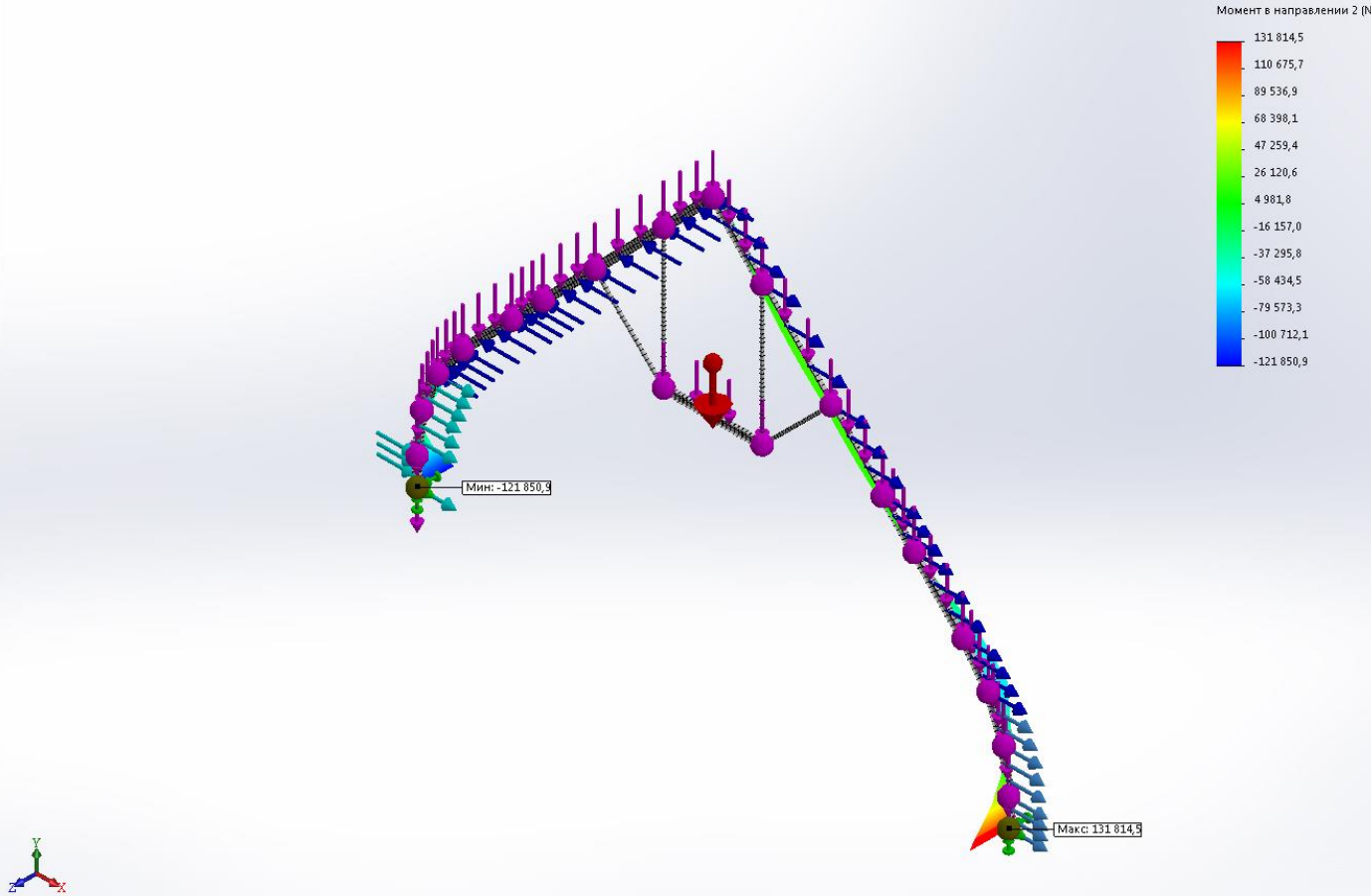
Имя модели:Металл арка 30й двутавр
Название исследования:Статический анализ 2(-По умолчанию<Как обработанный>-)
Тип эпюры: Эпюра сдвига-момента1



Металл арка 30й двутавр-Статический анализ 2-Эпюра сдвига-момента-Эпюра сдвига-момента1

Имя	Тип
Эпюра сдвига-момента2	Момент в направлении 2

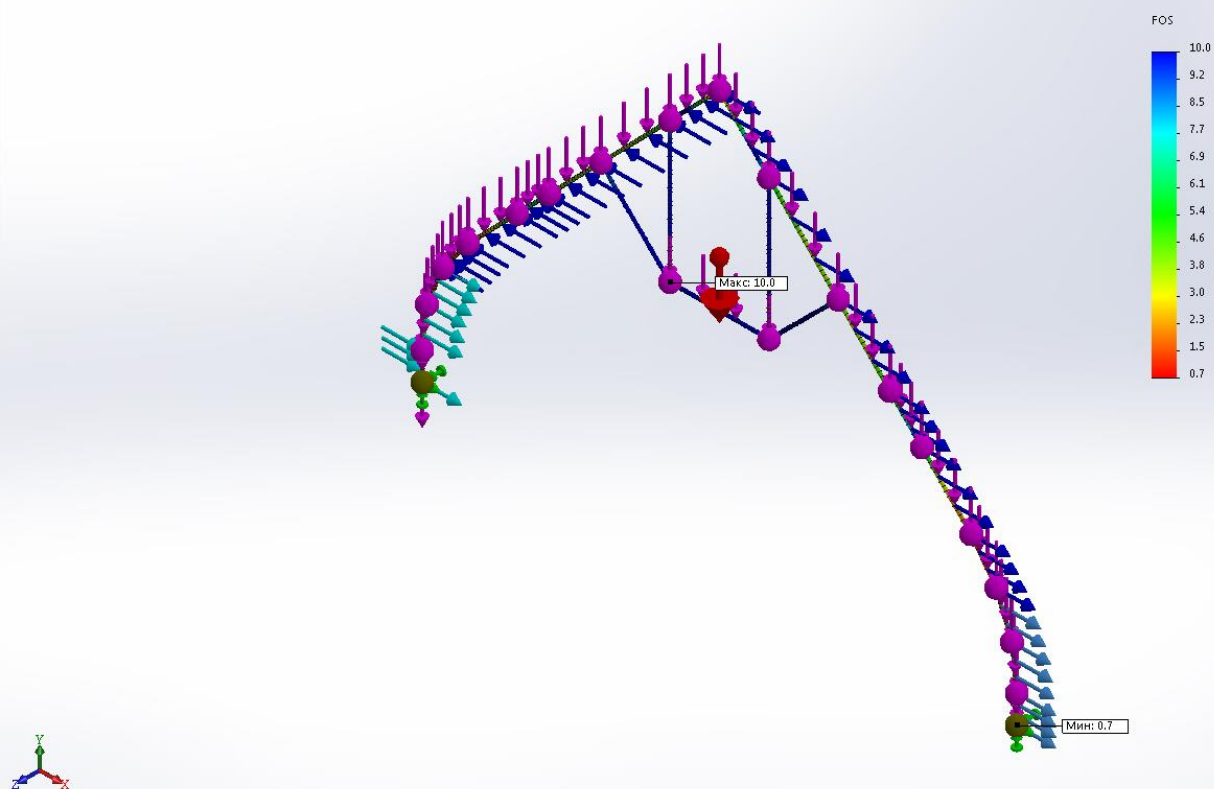
Имя модели:Металл арка 30й двутавр
Название исследования:Статический анализ 2(-По умолчанию<Как обработанный>-)
Тип эпюры: Эпюра сдвига-момента2



Металл арка 30й двутавр-Статический анализ 2-Эпюра сдвига-момента-Эпюра сдвига-момента2

Имя	Тип	Мин	Макс
Запас прочности1	Авто	0.7 Узел: 201	10.0 Узел: 1

Имя модели:Металл арка 30й двутавр
Название исследования:Статический анализ 2-(По умолчанию<Как обработанный>-)
Тип элпюры: Запас прочности Запас прочности1
Критерий : Авто
Распределение запаса прочности: Мин. коэффициент запаса прочности = 0.73
Глобальное значение: 0.728136 до 10



Металл арка 30й двутавр-Статический анализ 2-Запас прочности-Запас прочности1

Формат	Зона	Позиція	Позначення	Найменування	Кількість	Примітки
				<u>Документація загальна</u>		
				<u>Знову розроблена</u>		
A4			ДДК 004 ПЗ	Пояснювальна записка		
				<u>Документація з</u>		
				<u>архітектурно</u>		
				<u>будівельного розділу</u>		
				<u>Знову розроблена</u>		
A1			ДДК 004 АБ 01	Генеральний план.	1	
A1			ДДК 004 АБ 02	Фасади	1	
A1			ДДК 004 АБ 03	Переріз 1-1	1	
				Переріз 2-2		
A1			ДДК 004 АБ 04	План на відм. 0.000	1	
				План на відм. 8.500		
				<u>Документація з</u>		
				<u>розрахунково-</u>		
				<u>дослідницького розділу</u>		
				<u>Знову розроблена</u>		
A1			ДДК 004 ДР 01	Дослідження дерев'яної	2	
				арки в середовищі SCAD		
				ДДК 004 МР		
Зм	Лист	№ документа	Підпис	Дата	Дослідження дерев'яних конструкцій будівлі сільськогосподарського призначення Відомість магістерської кваліфікаційної роботи	
Розробив	Вітряк					
Перевірив	Настоящий					
Н. контр.	Дарієнко					
Затвердив	Настоящий				ЦНТУ гр. БІ 20 МЗ	

[illegible]

Анотація.

В магістерській кваліфікаційній роботі досліджуються варіанти виконання будівлі складу мінеральних добрив будівлі з дерев'яних та металевих конструкцій.

З урахуванням визначених навантажень змодельований напружений стан несучих дерев'яних та металевих арочних конструкцій складу мінеральних добрив.

В комп'ютерному середовищі «SCAD» після визначення сил та моментів, що діють в перерізах деревоклеєної арки, був виконаний підбір геометричних розмірів перерізів з умови забезпечення міцності.

В комп'ютерному середовищі «SolidWorks» була змодельована арка з металевого двотавра №30. Аналіз результатів комп'ютерного моделювання арки з металевого двотавра №30 показав, що максимальні напруження в перерізах поблизу опор ($\sigma_{\max} = 246$ МПа) перевищують границі міцності матеріалу ($R_c = 240$ МПа). При цьому значення коефіцієнта запасу міцності для цих перерізів складає $k_{\min} = 0,7$, при рекомендованих значеннях коефіцієнта запасу міцності не менше 1,2.

Після застосування інструменту «зондування», був виконаний підбір сортаменту перерізів для кожній ділянки арки та комп'ютерне моделювання металевої арки з оптимізованих профілів, аналіз якого показав:

- Максимальні напруження в перерізах арки не перевищують 193 МПа, так як границя міцності матеріалу арки складає $R_c = 240$ МПа умови міцності виконуються, максимальна вертикальна деформація арки складає 0,037мм, або 1/648 прольоту, що менше допустимого (1/228), таким чином умови працездатності арки за другою групою граничних станів виконуються;
- так як мінімальний коефіцієнт запасу міцності дорівнює $k=1,2$, то умови міцності виконуються.

Виконані кошторисні розрахунки показали, що вартість виготовлення деревоклеєної арки складає 85651 грн, а металевої – 60528 грн, що доводить переваги останньої. Таким чином мета, яка була поставлена в кваліфікаційній магістерській роботі виконана і для подальшого проектування прийнята металева арка.

Анотация.

В магистерской квалификационной работе исследуются варианты выполнения здания склада минеральных удобрений здания из деревянных и металлических конструкций.

С учетом определенных нагрузок смоделировано напряженное состояние несущих деревянных и металлических арочных конструкций склада минеральных удобрений.

В компьютерной среде SCAD после определения сил и моментов, действующих в сечениях деревоноклееной арки, был выполнен подбор геометрических размеров сечений из условия обеспечения прочности.

В компьютерной среде SolidWorks была смоделирована арка из металлического двутавра №30. Анализ результатов компьютерного моделирования арки из металлического двутавра №30 показал, что максимальные напряжения в сечениях вблизи опор ($\sigma_{\max} = 246 \text{ МПа}$) превышают пределы прочности материала ($R_c = 240 \text{ МПа}$). При этом значение коэффициента запаса прочности для этих сечений составляет $k_m = 0,7$, при рекомендованных значениях коэффициента запаса прочности не менее 1,2.

После применения инструмента «зондирование» был выполнен подбор сортамента сечений для каждого участка арки и компьютерное моделирование металлической арки из оптимизированных профилей, анализ которого показал:

- максимальные напряжения в сечениях арки не превышают 193 МПа, так как предел прочности материала арки составляет $R_c = 240 \text{ МПа}$;
- максимальная вертикальная деформация арки составляет 0,037мм, или 1/648 пролета, что меньше допустимого (1/228), таким образом, условия работоспособности арки по второй группе предельных состояний выполняются;
- так как минимальный коэффициент запаса прочности равен $k = 1,2$, то условия прочности выполняются.

Выполненные сметные расчеты показали, что стоимость изготовления деревоклееной арки составляет 85651 грн, а металлической – 60528 грн, что доказывает преимущества последней.

Таким образом, цель, которая была поставлена в квалификационной магистерской работе, выполнена и для дальнейшего проектирования принята металлическая арка.

Annotation.

In the master's qualification work, options for the implementation of the building of a warehouse of mineral fertilizers of a building from wooden and metal structures are investigated.

Taking into account certain loads, the stressed state of the bearing wooden and metal arched structures of the mineral fertilizers warehouse was modeled.

In the SCAD computer environment, after determining the forces and moments acting in the sections of the wood-glued arch, the geometric dimensions of the sections were selected based on the condition of ensuring the strength.

In the Solid Works computer environment, an arch from a metal I-beam № 30 was modeled. Analysis of the results of computer modeling of an arch from a metal I-beam №. 30 showed that the maximum stresses in the sections near the supports ($\sigma_{\max} = 246$ MPa) exceed the ultimate strength of the material ($R_c = 240$ MPa). In this case, the value of the safety factor for these sections is $k_m = 0.7$, with the recommended values of the safety factor not less than 1.2.

After using the "probing" tool, the selection of a range of sections for each section of the arch and computer modeling of the metal arch from the optimized profiles were performed, the analysis of which showed:

- the maximum stresses in the sections of the arch do not exceed 193 MPa, since the ultimate strength of the arch material is $R_c = 240$ MPa;

- the maximum vertical deformation of the arch is 0.037mm, or 1/648 of the span, which is less than the permissible (1/228), thus, the conditions for the operability of the arch for the second group of limit states are fulfilled;

- since the minimum safety factor is $k = 1.2$, the strength conditions are met.

The estimated calculations showed that the cost of manufacturing a glued wood arch is 85651 UAH, and a metal one - 60528 UAH, which proves the advantages of the latter.

Thus, the goal that was set in the qualifying master's work was achieved and a metal arch was adopted for further design.