

Московский авиационный институт  
(государственный технический университет) «МАИ»

**Автоматизированное проектирование силовых  
конструкций. САПР «ФЕРМА».**

**Выполнение лабораторной работы №1.**

**Вариант №5.**

**Выполнил : Кузнецов Алексей Владимирович 06-421.**

2003г

## Оглавление

Использованное программное обеспечение.....	2
Задание.....	2
Построение силовых линий.....	3
Совмещение силовых линий.....	6
Построение силовой схемы фермы.....	6

## Использованное программное обеспечение

Для выполнения лабораторной работы был использован текстовый редактор "OpenOffice.org 1.1", графическая оболочка Adobe's Photoshop 7.0.1.

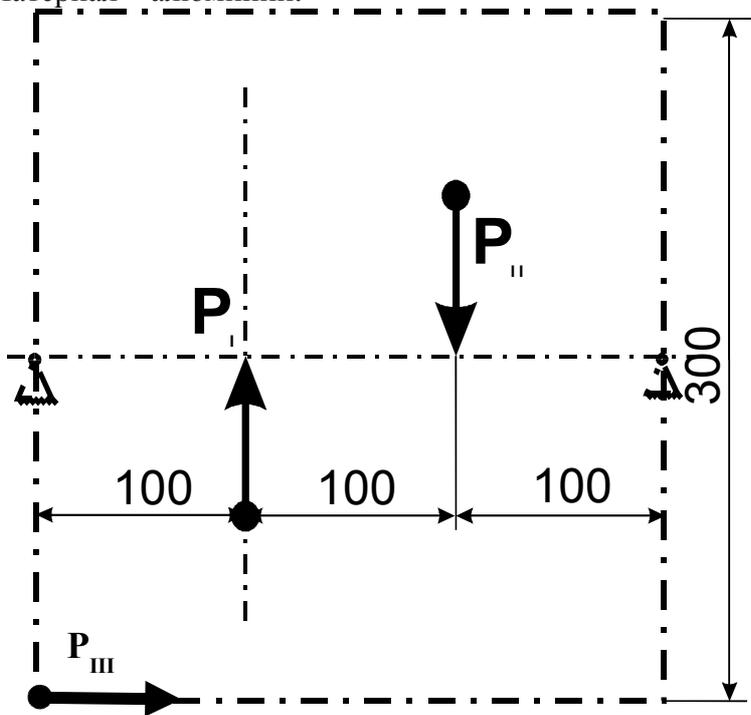
## Задание

Вариант № 5

$P_I = 10000\text{н}$ ,  $P_{II} = 20000\text{н}$ ,  $P_{III} = 30000\text{н}$ .

Начальная площадь поперечного сечения стержней =  $0.1\text{см}^2$

Материал – алюминий.



## Значение силового веса пластины

Значение силового веса пластины:  $11303762,619\text{ (Н*см)}$ .

## Построение силовых линий

### Расчетный случай №1

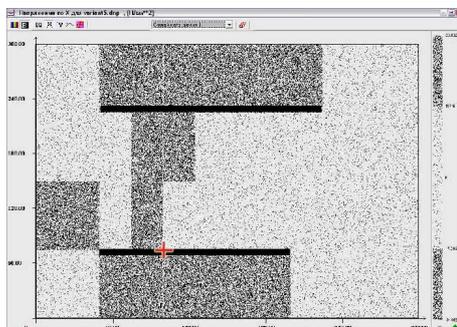


Рисунок 1 напряжение по X

(Максимальное напряжение  $23\text{ (-}34\text{)}$   
 $\text{Н/см}^2$ )

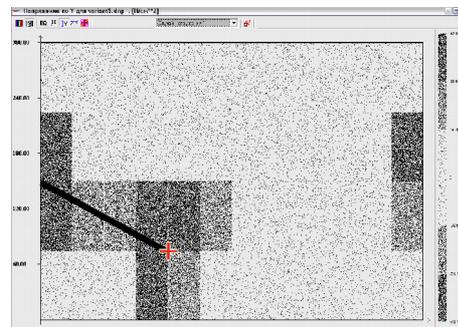


Рисунок 2 напряжение по Y

(Максимальное напряжение  $42\text{ (-}79\text{)}$   
 $\text{Н/см}^2$ )

## Расчетный случай №1



Рисунок 3 касательное напряжение  
(Максимальное напряжение 42 (-25)  
Н/см<sup>2</sup>)

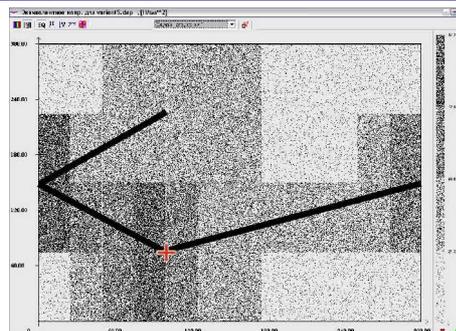


Рисунок 4 эквивалентное напряжение  
(Максимальное напряжение 97 Н/см<sup>2</sup>)

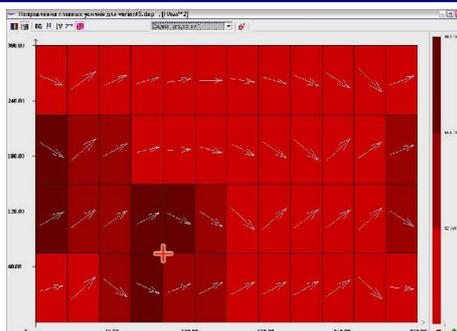


Рисунок 5 направление главных усилий

## Расчетный случай №2

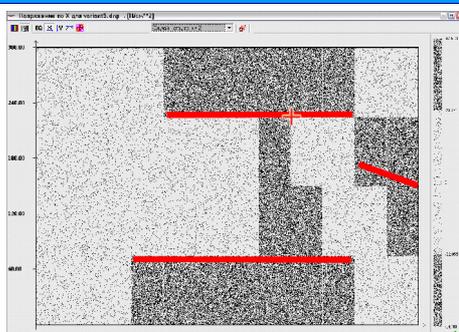


Рисунок 6 напряжение по X  
(Максимальное напряжение 47 (-64)  
Н/см<sup>2</sup>)

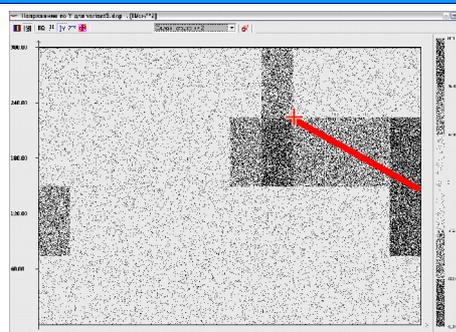


Рисунок 7 напряжение по Y  
(Максимальное напряжение 141 (-183)  
Н/см<sup>2</sup>)

## Расчетный случай №2

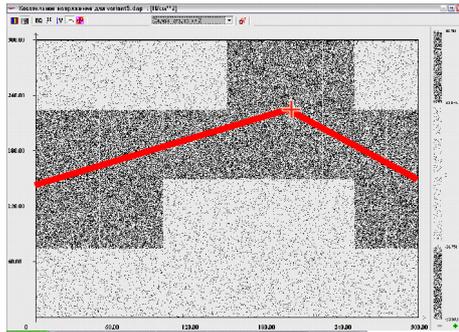


Рисунок 8 касательное напряжение  
(Максимальное напряжение 86 (-53)  
Н/см<sup>2</sup>)

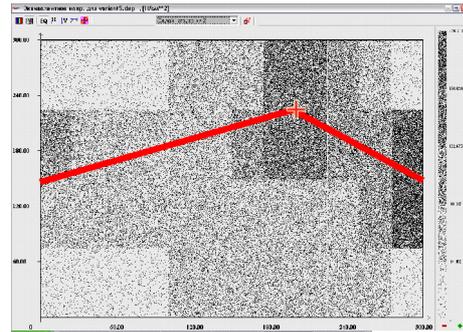


Рисунок 9 эквивалентное напряжение  
(Максимальное напряжение 220 Н/см<sup>2</sup>)

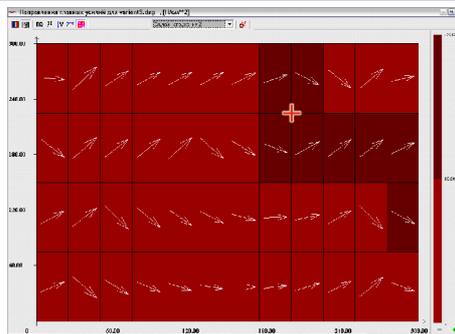


Рисунок 10 направление главных  
усилий

## Расчетный случай №3

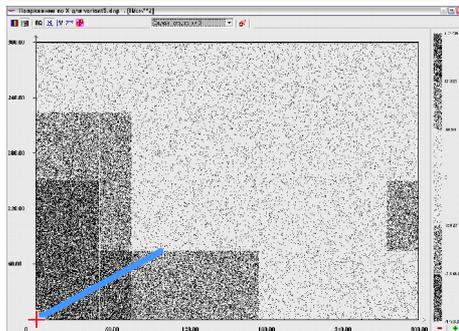


Рисунок 11 напряжение по X  
(Максимальное напряжение 182 (-477)  
Н/см<sup>2</sup>)

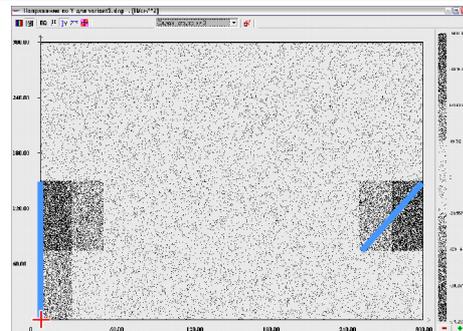


Рисунок 12 напряжение по Y  
(Максимальное напряжение 358 (-278)  
Н/см<sup>2</sup>)

## Расчетный случай №3

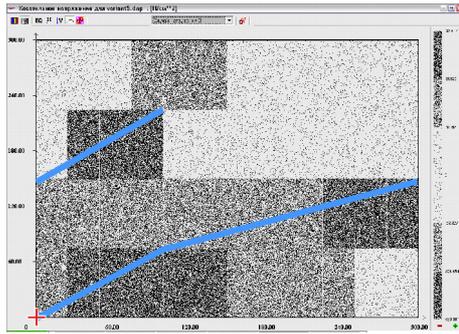


Рисунок 13 касательное напряжение  
(Максимальное напряжение 32 (-159)  
Н/см<sup>2</sup>)

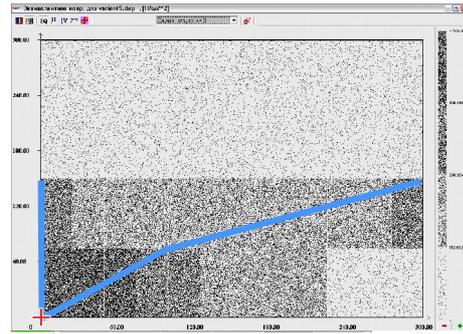


Рисунок 14 эквивалентное напряжение  
(Максимальное напряжение 573 Н/см<sup>2</sup>)

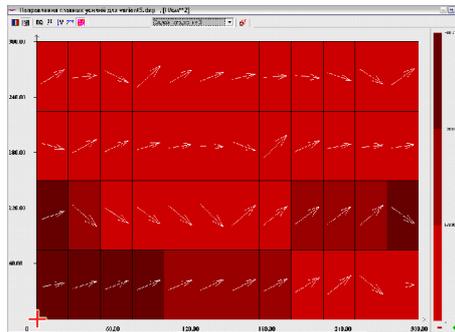


Рисунок 15 направление главных  
усилий

## Расчетный случай максимальное

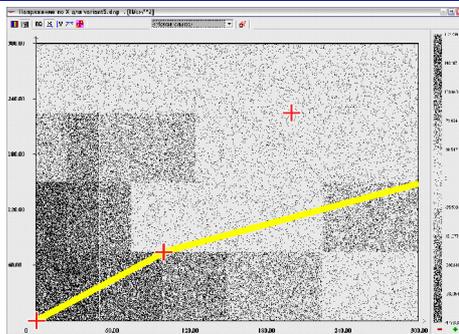


Рисунок 16 напряжение по X  
(Максимальное напряжение 182 (-477)  
Н/см<sup>2</sup>)

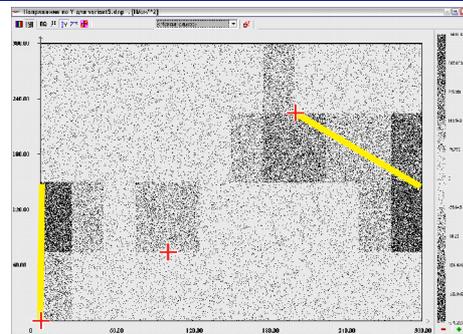


Рисунок 17 напряжение по Y  
(Максимальное напряжение 358 (-278)  
Н/см<sup>2</sup>)

## Расчетный случай максимальное

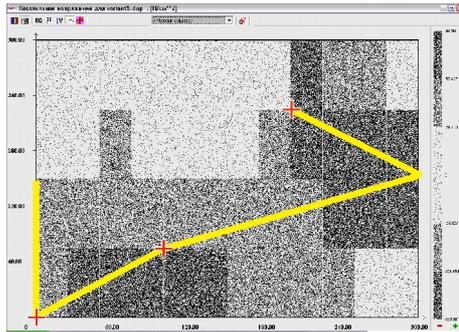


Рисунок 18 касательное напряжение  
(Максимальное напряжение 86 (-159)  
Н/см<sup>2</sup>)

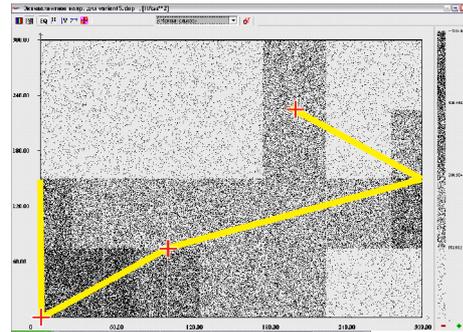


Рисунок 19 эквивалентное напряжение  
(Максимальное напряжение 537 Н/см<sup>2</sup>)

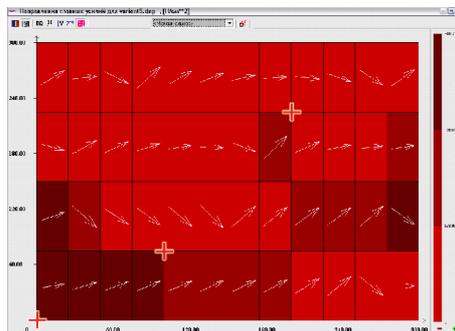


Рисунок 20 направление главных  
усилий

## Совмещение силовых линий

### Совмещение силовых линий

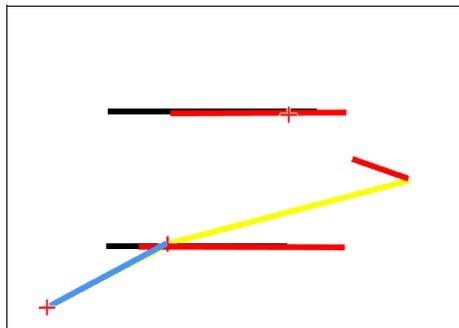


Рисунок 21 напряжение по X

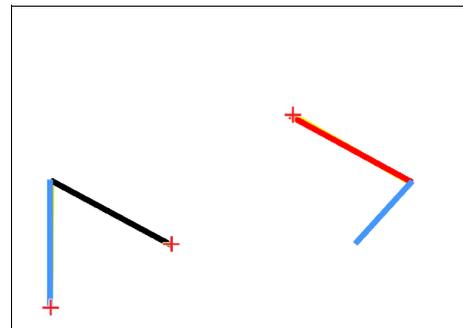


Рисунок 22 напряжение по Y

## Совмещение силовых линий

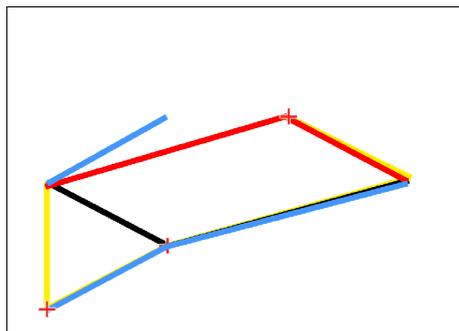


Рисунок 23 касательное напряжение

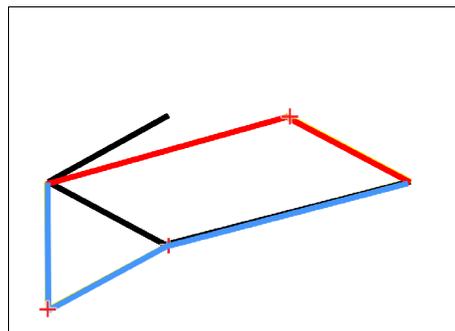


Рисунок 24 эквивалентное напряжение

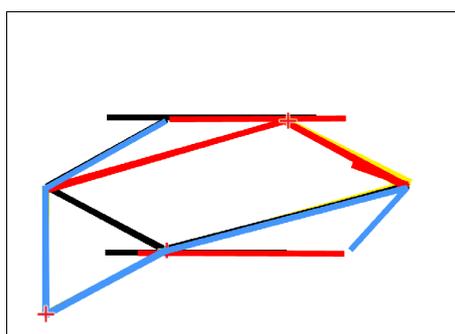
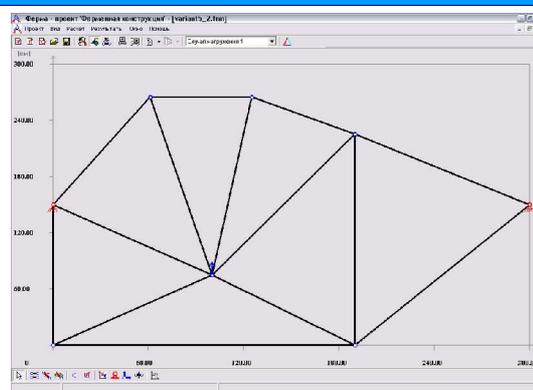
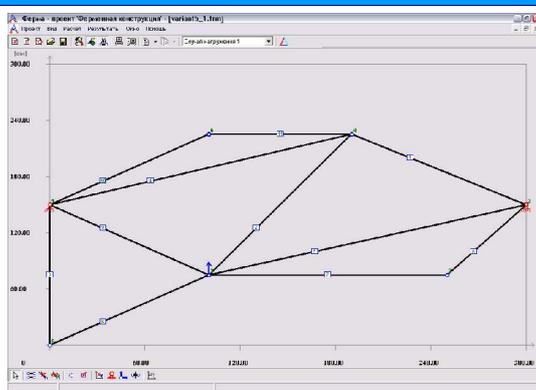


Рисунок 25 совещенные силовые линии

## Построение силовой схемы фермы

### Построение силовой схемы фермы



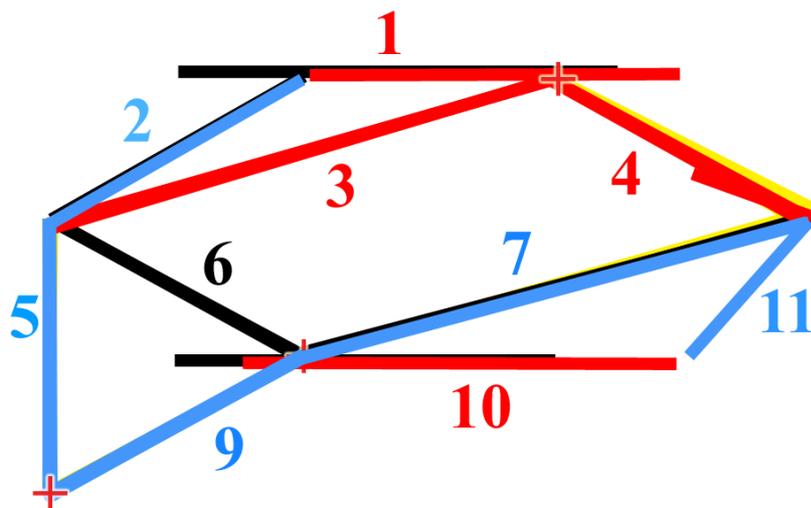
### Таблица максимальных напряжений

	Напряжение по X	Напряжение по Y	Касательное напряжение	Эквивалентное напряжение
Расчетный случай №1	23 (-34) Н\см <sup>2</sup>	42 (-79) Н\см <sup>2</sup>	42 (-25) Н\см <sup>2</sup>	97 Н\см <sup>2</sup>
Расчетный случай №2	47 (-64) Н\см <sup>2</sup>	141 (-183) Н\см <sup>2</sup>	86 (-53) Н\см <sup>2</sup>	220 Н\см <sup>2</sup>
Расчетный случай №3	182 (-447) Н\см <sup>2</sup>	358 (-278) Н\см <sup>2</sup>	32 (-159) Н\см <sup>2</sup>	573 Н\см <sup>2</sup>

Расчетный случай максимальное	182 (-447) Н\см <sup>2</sup>	358 (-278) Н\см <sup>2</sup>	86 (-159) Н\см <sup>2</sup>	537
-------------------------------------	------------------------------	------------------------------	-----------------------------	-----

Таблица «Стержень – вид напряжения»

Стержень	Вид напряжения
1	Расчетный случай 1 – сжимающее напряжение, вид напряжения: X.
2	Расчетный случай 2 – растягивающее напряжение, вид напряжения: X. Расчетный случай 3 – сжимающее напряжение, вид напряжения: X, касательное, эквивалентное
3	Расчетный случай 2 – растягивающее напряжение для касательного напряжения, сжимающее напряжение для эквивалентного напряжения, вид напряжения: касательное, эквивалентное.
4	Расчетный случай 2 – растягивающее напряжение для напряжения по У, сжимающее напряжения для эквивалентное напряжение, вид напряжения: У, касательное, эквивалентное.
5	Расчетный случай 3 – сжимающее напряжение, вид напряжения: X, касательное, эквивалентное.
6	Расчетный случай 1 – сжимающее напряжение, вид напряжения: У, касательное, эквивалентное.
7	Расчетный случай 1 – растягивающее для касательного напряжения и сжимающие напряжения для эквивалентное напряжение, вид напряжения: касательное эквивалентное. Расчетный случай 3 – сжимающее напряжение, вид напряжения: касательное эквивалентное.
9	Расчетный случай 3 – на стержень действует растягивающее и сжимающее напряжение, вид напряжения: X, касательное, эквивалентное.
10	Расчетный случай 1 – на нижний стержень действует растягивающее напряжение, вид напряжения: X. Расчетный случай 2 – сжимающее напряжение, вид напряжения: X.
11	Расчетный случай 3 – растягивающее напряжение, вид напряжения: У.



### **Расчетный случай №1**

Рисунок 1 напряжение по X  
(Максимальное напряжение 23 (-34) Н/см<sup>2</sup>)

На верхний стержень действует сжимающее напряжение, на нижний растягивающее.

Рисунок 2 напряжение по Y  
(Максимальное напряжение 42 (-79) Н/см<sup>2</sup>)

На стержень действуют сжимающие напряжения

Рисунок 3 касательное напряжение  
(Максимальное напряжение 42 (-25) Н/см<sup>2</sup>)

На левый стержень действуют сжимающие напряжения, на правый стержень действуют растягивающие напряжения.

Рисунок 4 эквивалентное напряжение  
(Максимальное напряжение 97 Н/см<sup>2</sup>)

На стержни действует только сжимающее напряжение

Этот расчетный случай имеет самые минимальные нагрузки.

### **Расчетный случай №2**

Рисунок 6 напряжение по X  
(Максимальное напряжение 47 (-64) Н/см<sup>2</sup>)

На стержень расположенный сверху и справа действует растягивающее напряжение, на стержень расположенный внизу действует сжимающее напряжение

Рисунок 7 напряжение по Y  
(Максимальное напряжение 141 (-183) Н/см<sup>2</sup>)

На стержень действует растягивающее напряжение, стержень имеет высокую нагрузку

Рисунок 8 касательное напряжение  
(Максимальное напряжение 86 (-53) Н/см<sup>2</sup>)

На левый стержень действует растягивающее напряжение на правый сжимающее

Рисунок 9 эквивалентное напряжение  
(Максимальное напряжение 220 Н/см<sup>2</sup>)

На стержни действует только сжимающее напряжение, стержень имеет высокую нагрузку.

### **Расчетный случай №3**

Рисунок 11 напряжение по X  
(Максимальное напряжение 182 (-477) Н/см<sup>2</sup>)

На стержень действует растягивающее напряжение, стержень имеет высокую нагрузку

Рисунок 12 напряжение по Y  
(Максимальное напряжение 358 (-278) Н/см<sup>2</sup>)

На левый стержень действует сжимающее напряжение, на правый стержень растягивающее, оба стержня имеют высокую нагрузку.

Рисунок 13 касательное напряжение  
(Максимальное напряжение 32 (-159) Н/см<sup>2</sup>)

На верхний стержень действует сжимающее напряжение, на нижний стержни растягивающее, на них высокая нагрузка.

Рисунок 14 эквивалентное напряжение  
(Максимальное напряжение 573 Н/см<sup>2</sup>)

На все стержни действует сжимающее напряжение, высокая нагрузка приходится на стержни расположенные слева.

### **Расчетный случай максимальное**

Рисунок 26 напряжение по X  
(Максимальное напряжение 182 (-477) Н/см<sup>2</sup>)

На стержни действует растягивающее напряжение, на левый стержень приходится высокая нагрузка.

Рисунок 27 напряжение по Y  
(Максимальное напряжение 358 (-278) Н/см<sup>2</sup>)

На левый стержень действует сжимающее напряжение, на правый растягивающее, на обоих стержнях высокая нагрузка.

Рисунок 28 касательное напряжение  
(Максимальное напряжение 86 (-159) Н/см<sup>2</sup>)

На все стержни кроме верхнего действует растягивающее напряжение, на верхний сжимающее, максимальная нагрузка в центре и на стержнях расположенных справа.

Рисунок 29 эквивалентное напряжение  
(Максимальное напряжение 537 Н/см<sup>2</sup>)

На все стержни действует сжимающее напряжение, максимальная нагрузка приходится на стержни в левой половине фермы.

## **Вывод**

Нормальное напряжение в конструкции меньше  $100 \text{ Н/см}^2$ , высокая нагрузка приходится на стержни для второго и третьего расчетного случая. Для второго расчетного случая это 4 стержень, для третьего расчетного случая это 9, 5, 11,7 стержни. Стержни с высокой нагрузкой основные, без них конструкция вряд ли будет устойчивой. Для придания конструкции большей устойчивости я предлагаю добавить центральный стержень от пересечения 6 и 10 стержня до пересечения 3 и 4.

## **Замечания**

### **Не корректная работа программы:**

1. Программа не корректно завершает свою работу при попытке произвести расчет если указано очень большое количество разбиений.
2. При первом показе результатов простого расчета после перезапуска программы, программа не верно переключает пользователя режим показа «Цветовое изображение» если пользователь пытается выбрать другой «Случай нагружения».

### **Добавления**

1. При первом создании пластины не хватает наглядного способа ввода начальных данных, было бы удобно полчить экран «Помошника» который бы помог ввести первоначальные данные. Среди этих данных должны быть условия задачи: установка количества узлов, направление и силу на них, размер пластины по X и Y координатам, а так же автоматическое разбиение пластины на оптимальное количество частей.
2. Так же кажется лишним нажатие на кнопку «Расчет» которая не требует от пользователя диалога настройки, а просто производит расчет выводя сообщение об успешном завершении, имеет смысл удалить эту кнопку и производит расчет когда пользователь желает получить «Результаты простого расчета».
3. Большинство приложений держат историю последних открытых файлов с которыми работал пользователь, эта программа, к сожалению, не поддерживает данную возможность.
4. Не красиво выглядит ограничение изменение размера окна, программа прямо сопротивляется действиям пользователя, изменяя размер окна до минимального запрограммированного размера уже после того как оно принимает заданный пользователем размер, происходит мигание.
5. Не хватает программной поддержки переноса результатов графического анализа в MS Word Document.
6. В окне «О программе» очень маленькое окошко «Авторы» при таком большом количестве текста его не удобно просматривать, было бы удобно сделать масштабируемый размер.