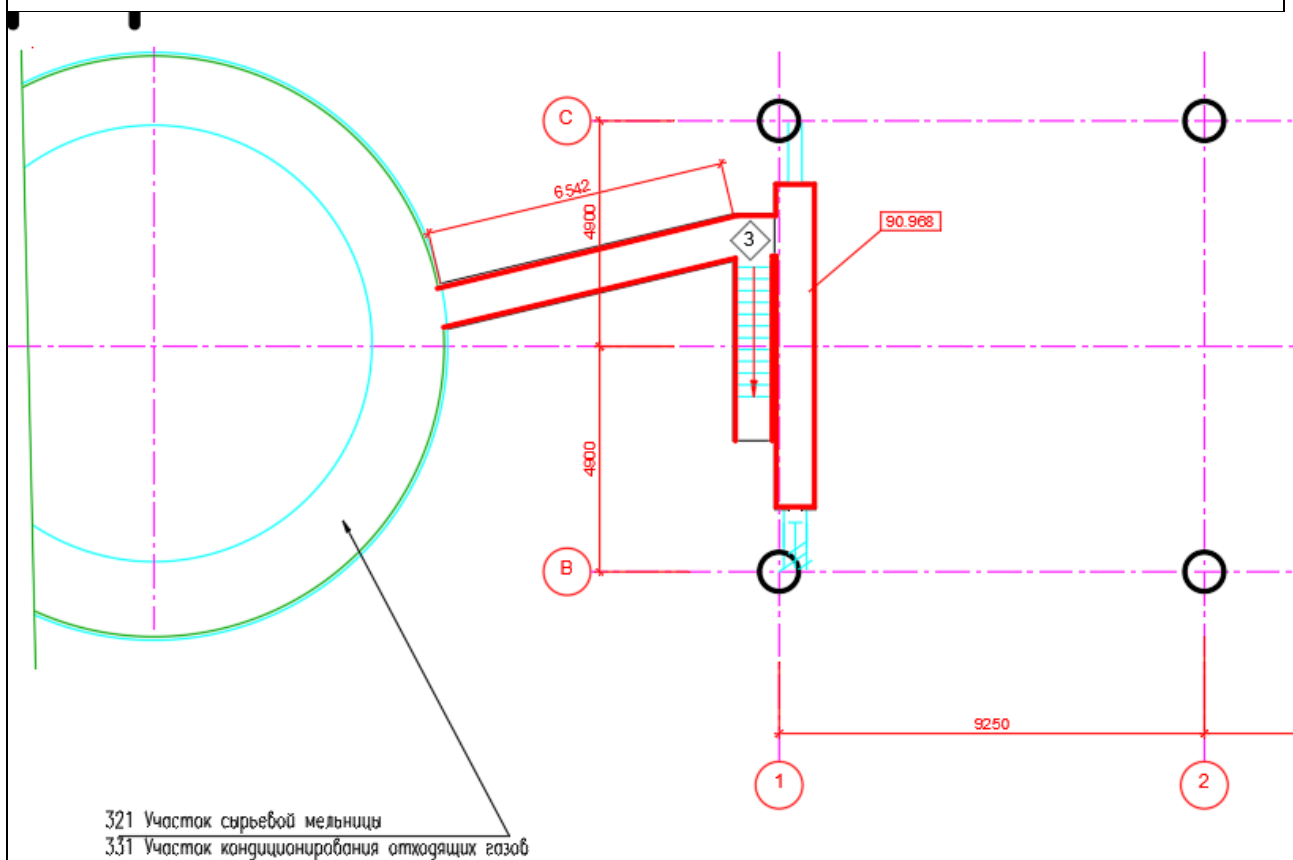


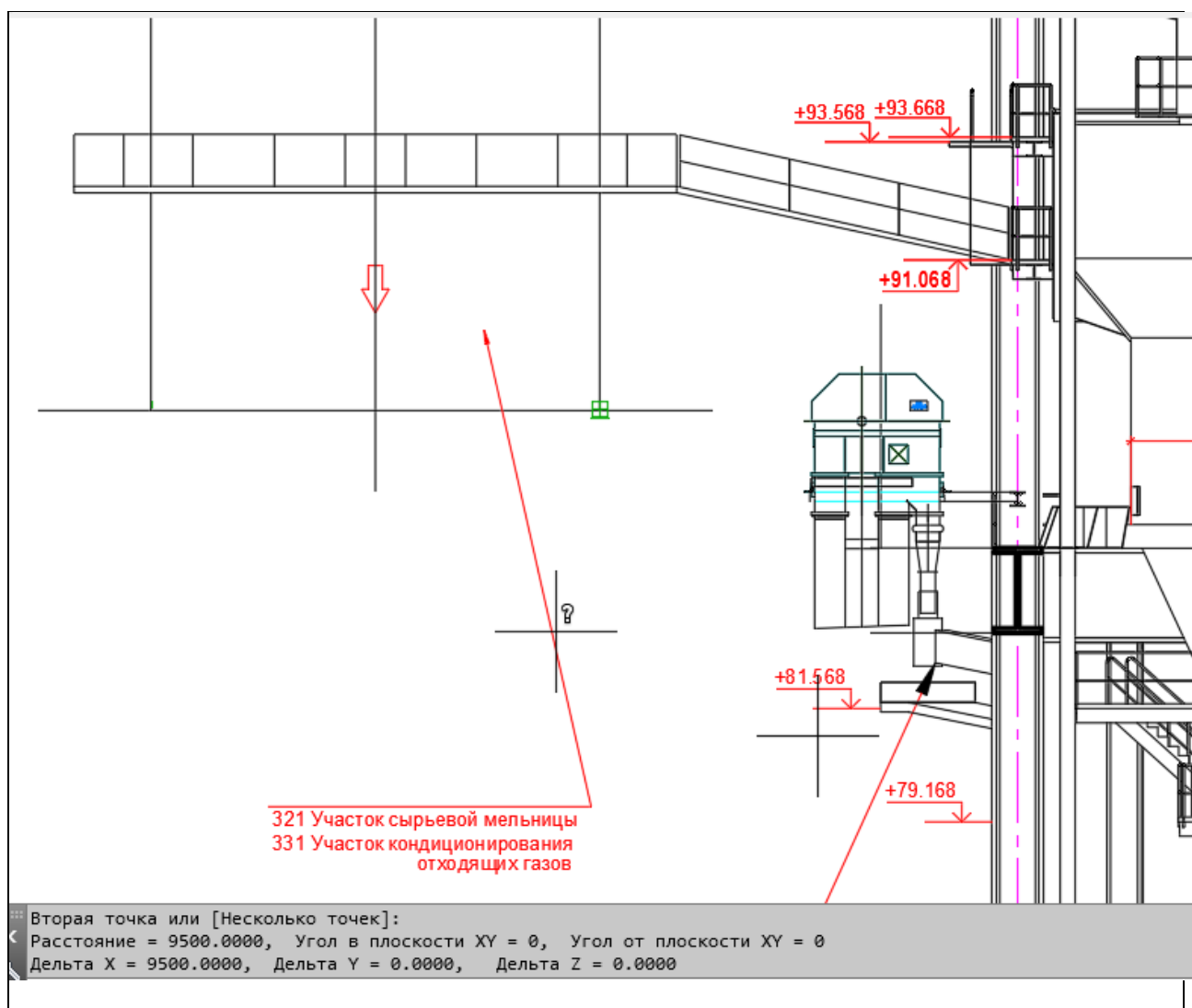
ПетербургЦемент  
 Башня кондиционирования  
 Реконструкция с расширением кольцевой площадки и укрытием

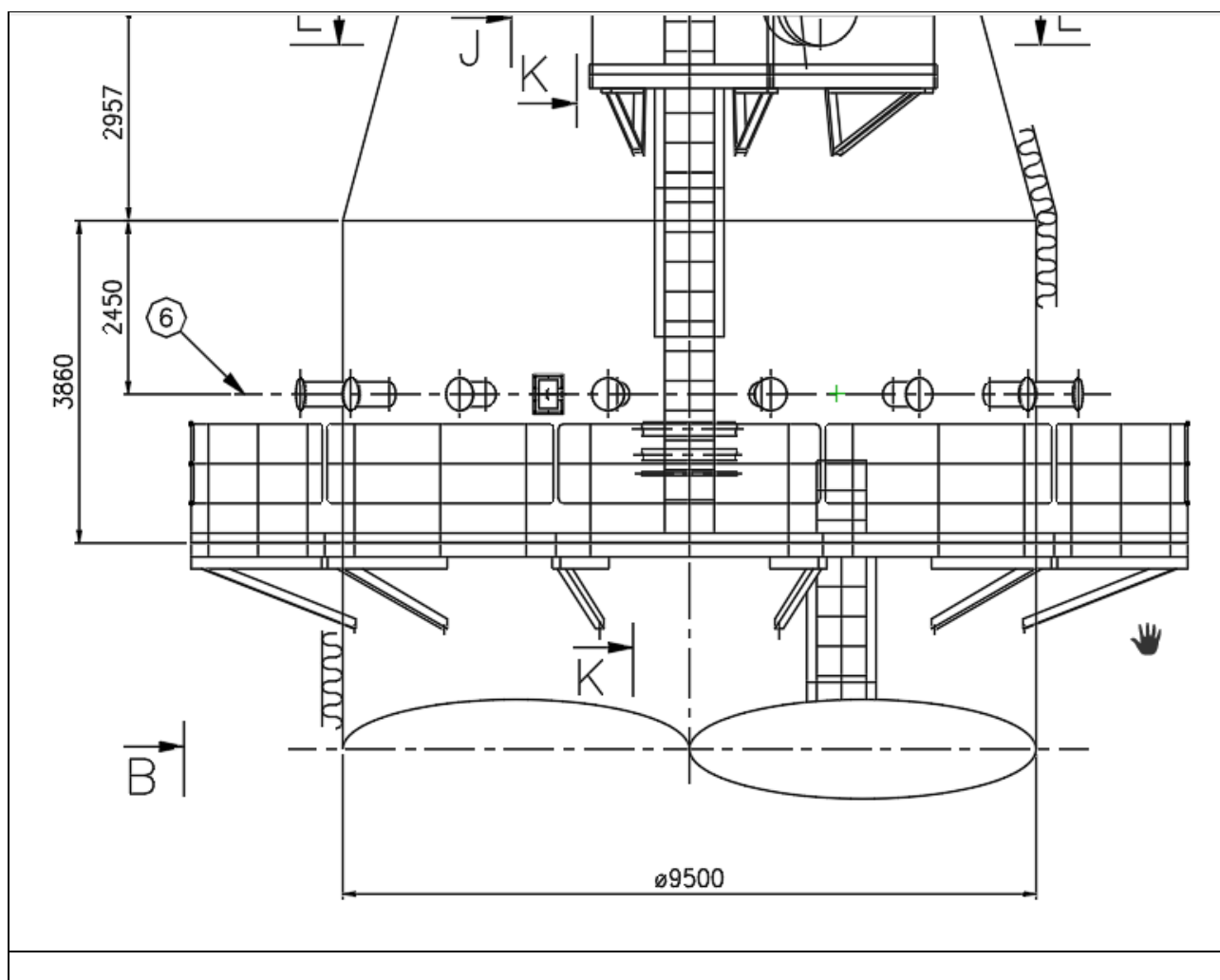
Оглавление

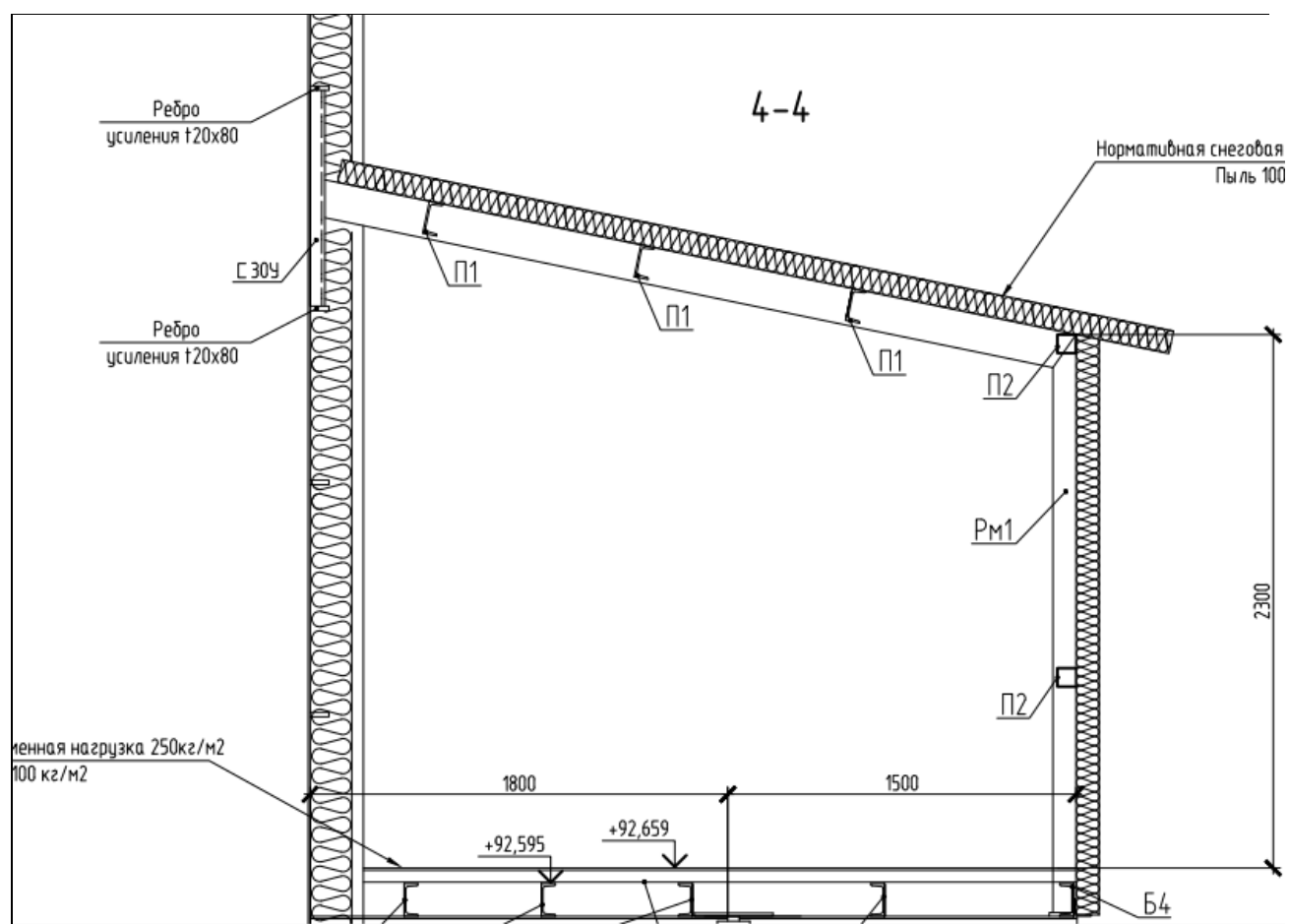
№ раздела	Наименование	Лист
1	Исходные данные	1
2	Кольцевая галерея и переход	9
3	Башня кондиционирования	16
4	Дополнения	19
4.1.	Расчет узла опирания переходного мостика	21
4.2.	Динамический расчет башни кондиционера	25
	Выводы	30

1. Исходные данные

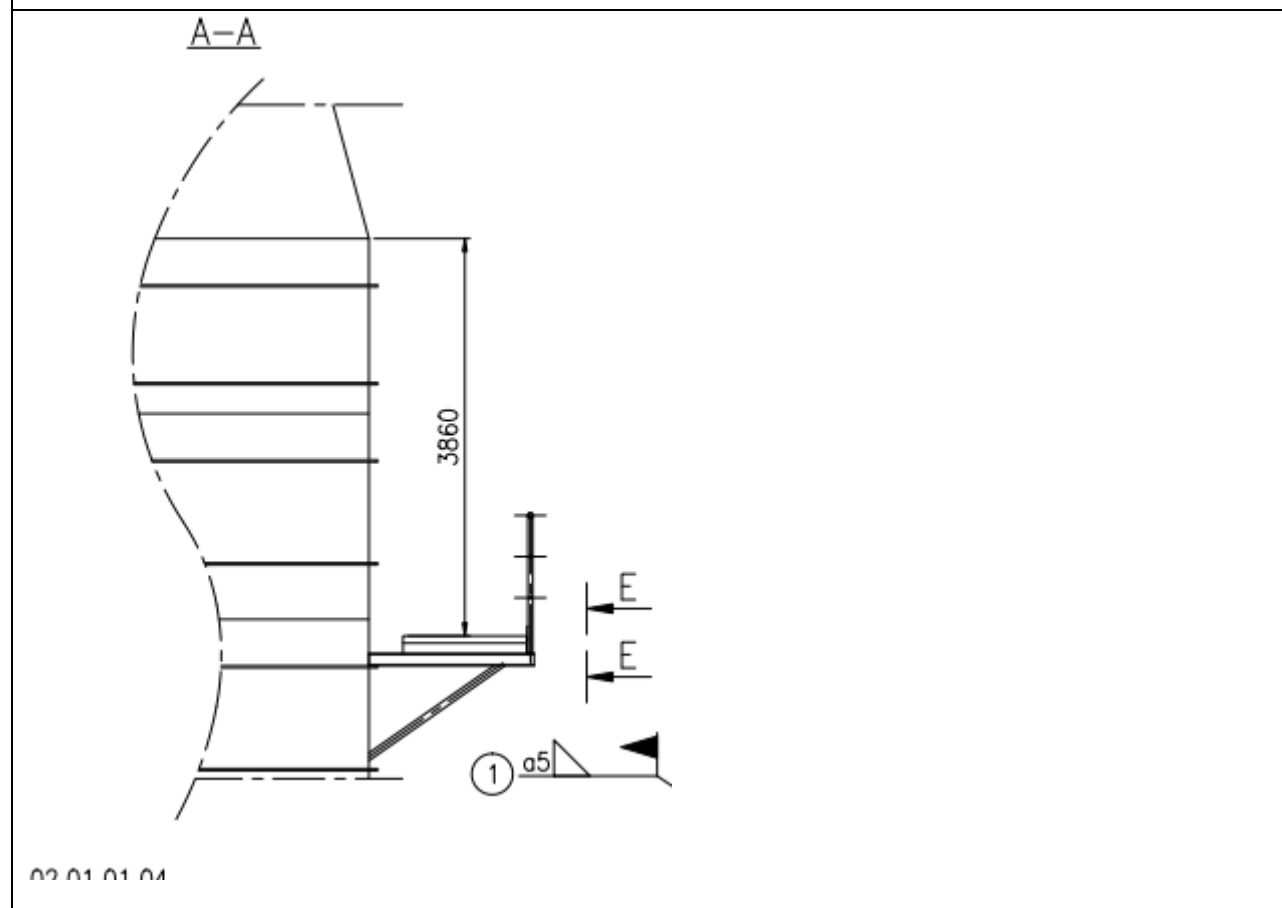






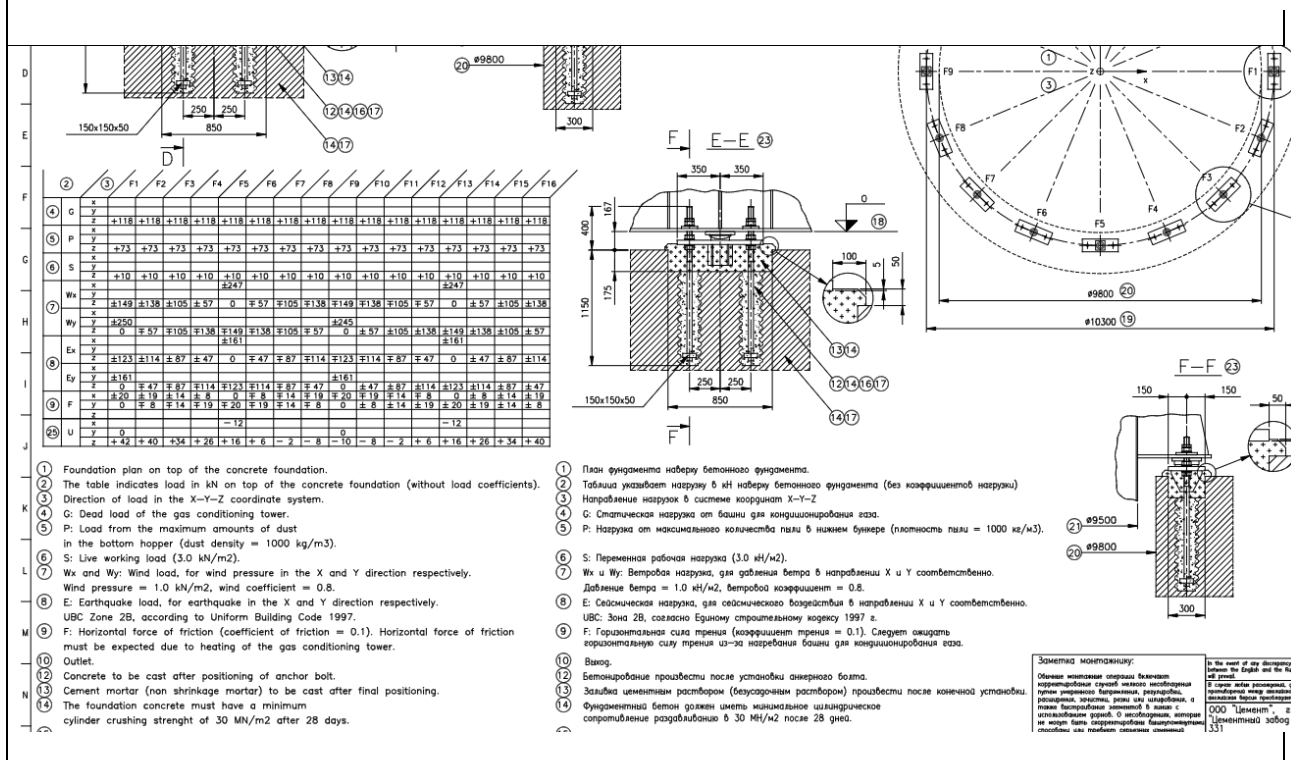


Эти ребра усиления не полочки для установки блоков утеплителя.



# Фундаментная нагрузка:

- 1) Статическая нагрузка (DL1) = 1888 кН
- 2) Скопление материала (LL2) = 1168 кН
- 3) Переменная нагрузка (LL1) = 160 кН



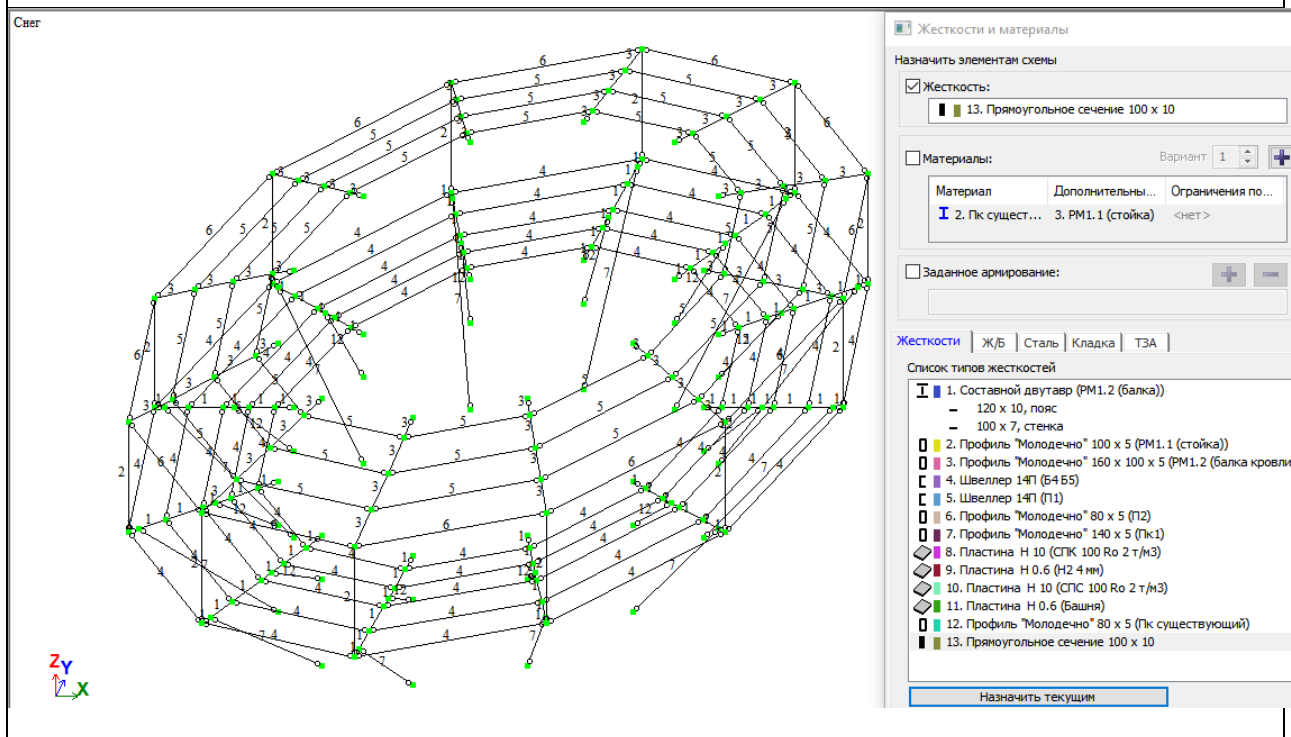
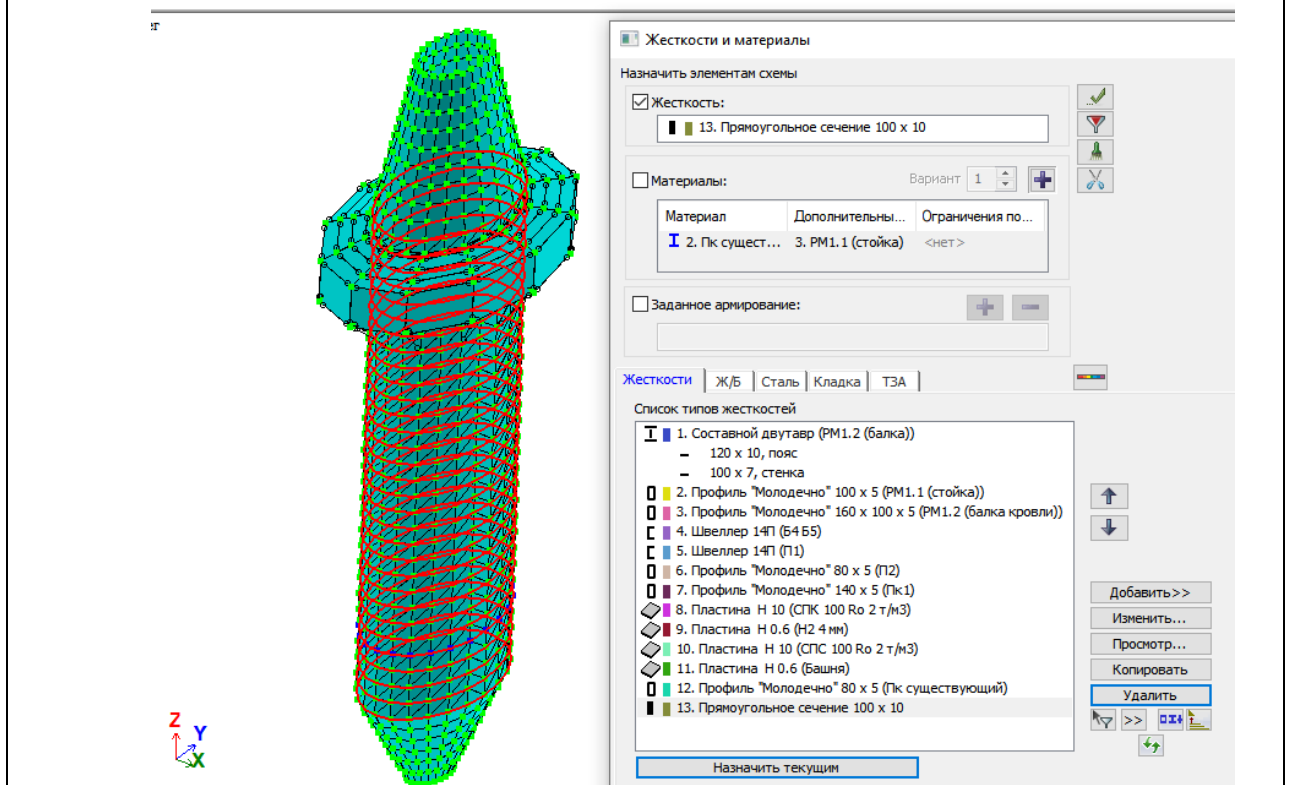


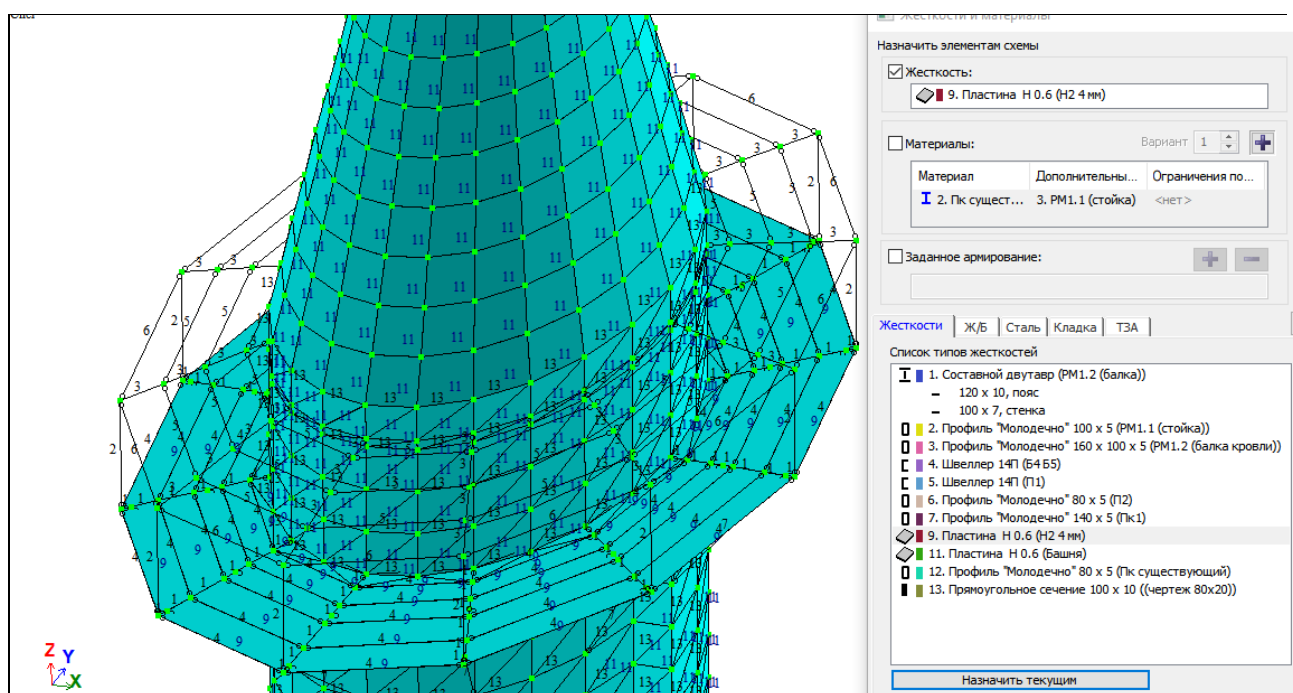




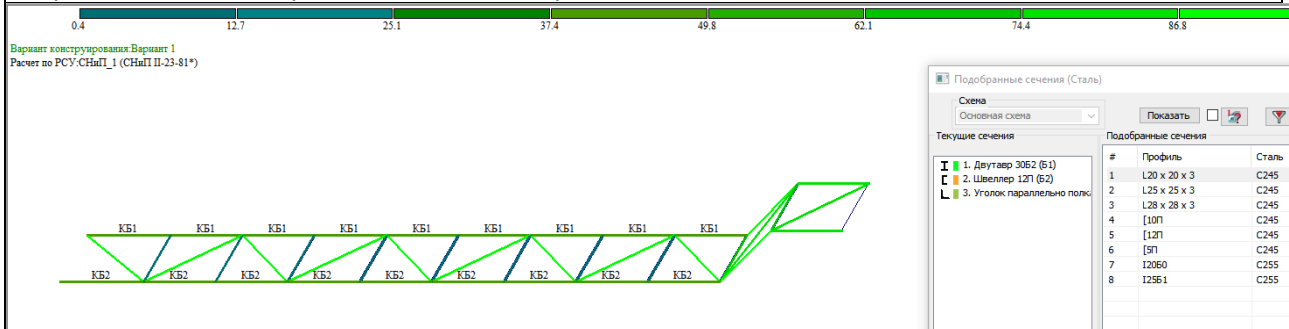


## 2. Кольцевая галерея и переход

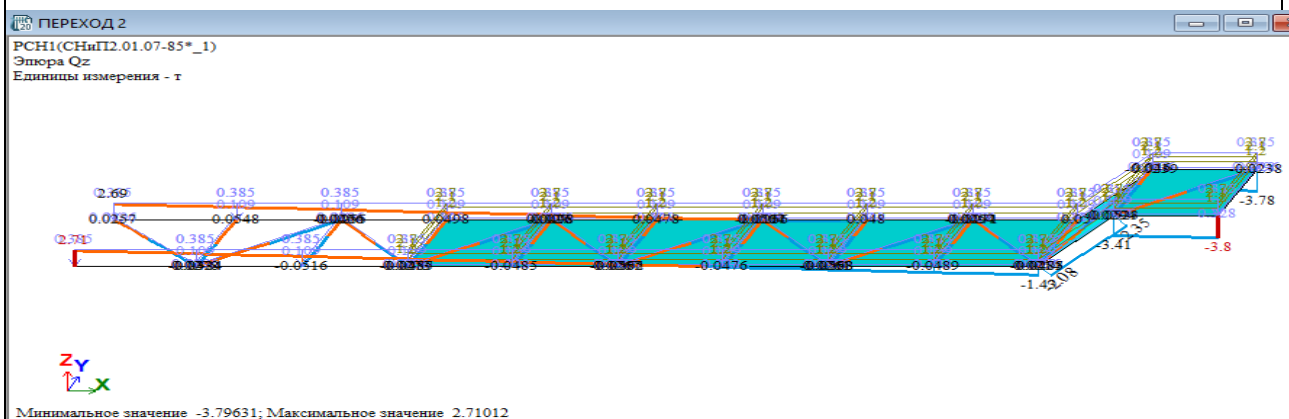




### Переход на площадку башни кондиционирования

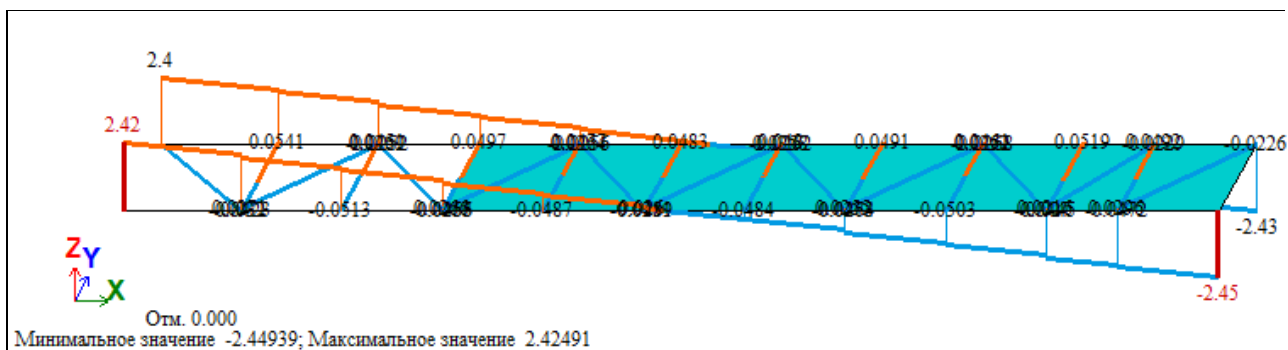


### Площадка с опиранием поверху балки теплообменника

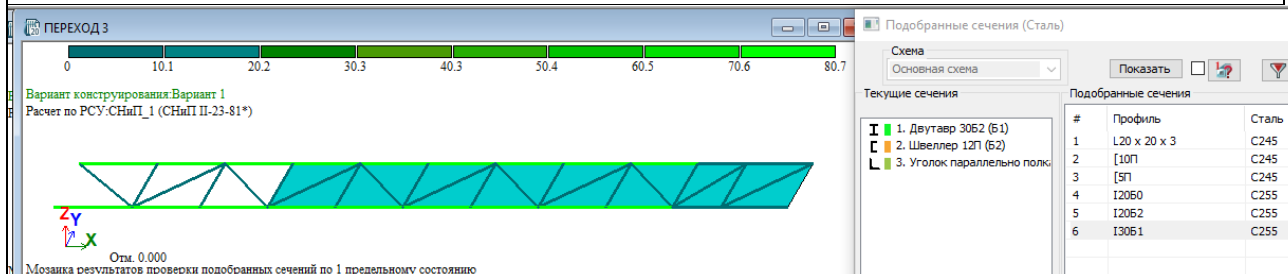
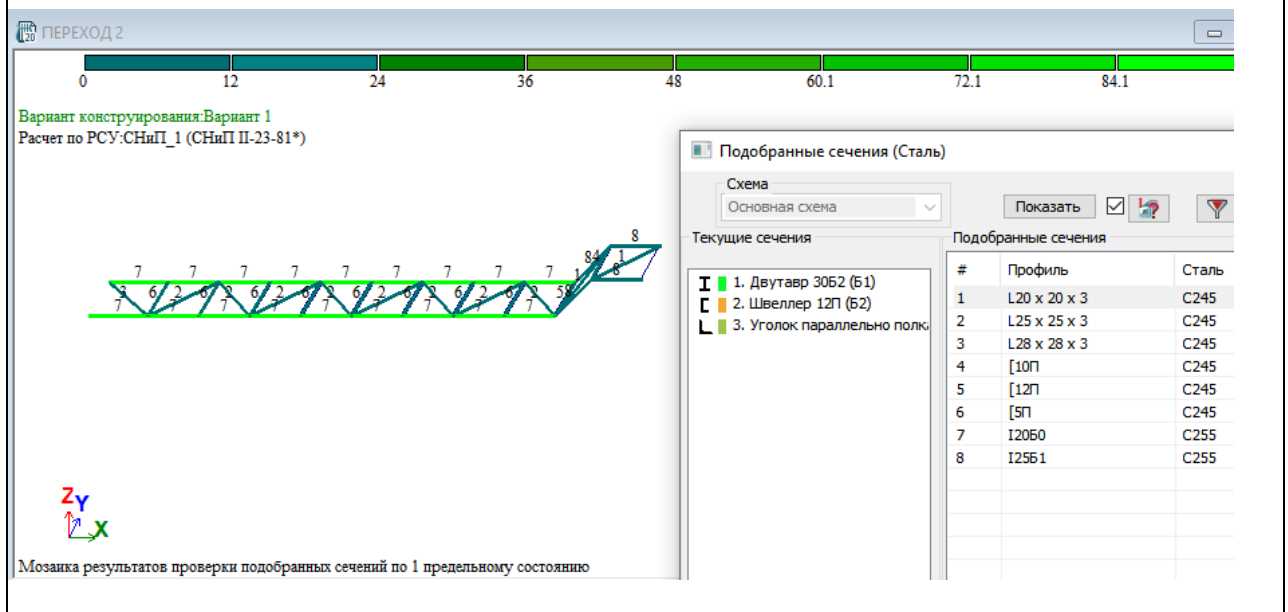


### Нагрузка от перехода на галерею

### Нагрузка при опирании на нижний пояс



### Подобранные сечения элементов перехода

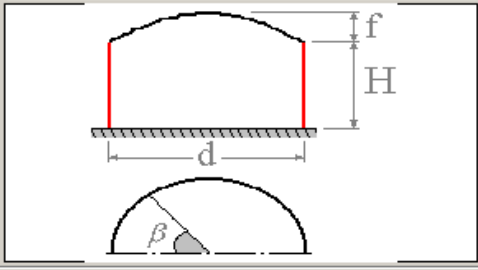


**Ветровые нагрузки**  
 Расчет Отчет Единицы измерения Справка

Строительные нормы: СНиП 2.01.07-85\*

Район строительства: Тип местности A Ветровой район II  $W_0$  30 Кг/м2  
 A - открытые побережья морей, озер и водохранилищ, пустыни, степи, лесостепи, тундра

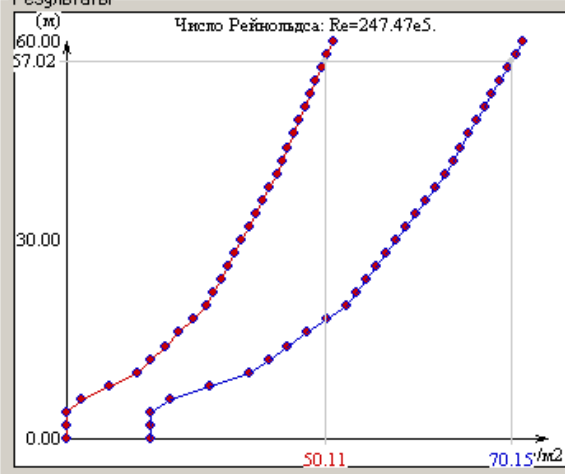
Тип сооружения: 12-6. Сооружения с круговой цилиндрической повер.



$H = 60$  м       $d = 16$  м  
 $f = 1.00$  м       $h = 5.00$  м  
 $\beta = 0.000$  °

Результаты

Число Рейнольдса:  $Re=247.47e5$ .



Поверхность: Стена(по высоте)

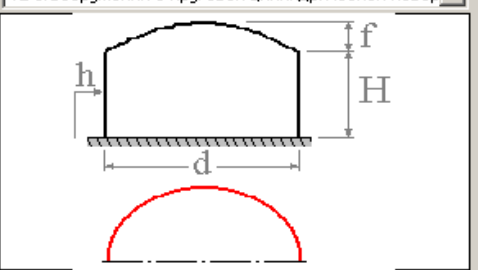
Шаг сканирования: 2 м       $\gamma_f = 1.4$

**Ветровые нагрузки**  
 Расчет Отчет Единицы измерения Справка

Строительные нормы: СНиП 2.01.07-85\*

Район строительства: Тип местности A Ветровой район II  $W_0$  30 Кг/м2  
 A - открытые побережья морей, озер и водохранилищ, пустыни, степи, лесостепи, тундра

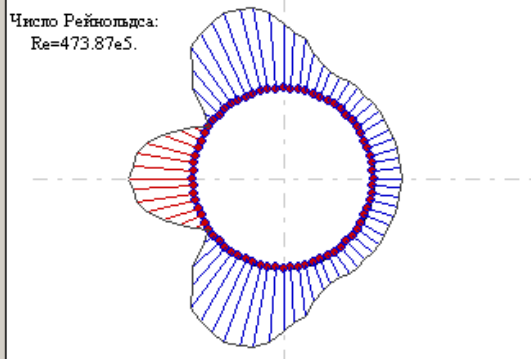
Тип сооружения: 12-6. Сооружения с круговой цилиндрической повер.



$H = 60$  м       $d = 16$  м  
 $f = 1.00$  м       $h = 50$  м  
 $\beta = 360$  °

Результаты

Число Рейнольдса:  $Re=473.87e5$ .

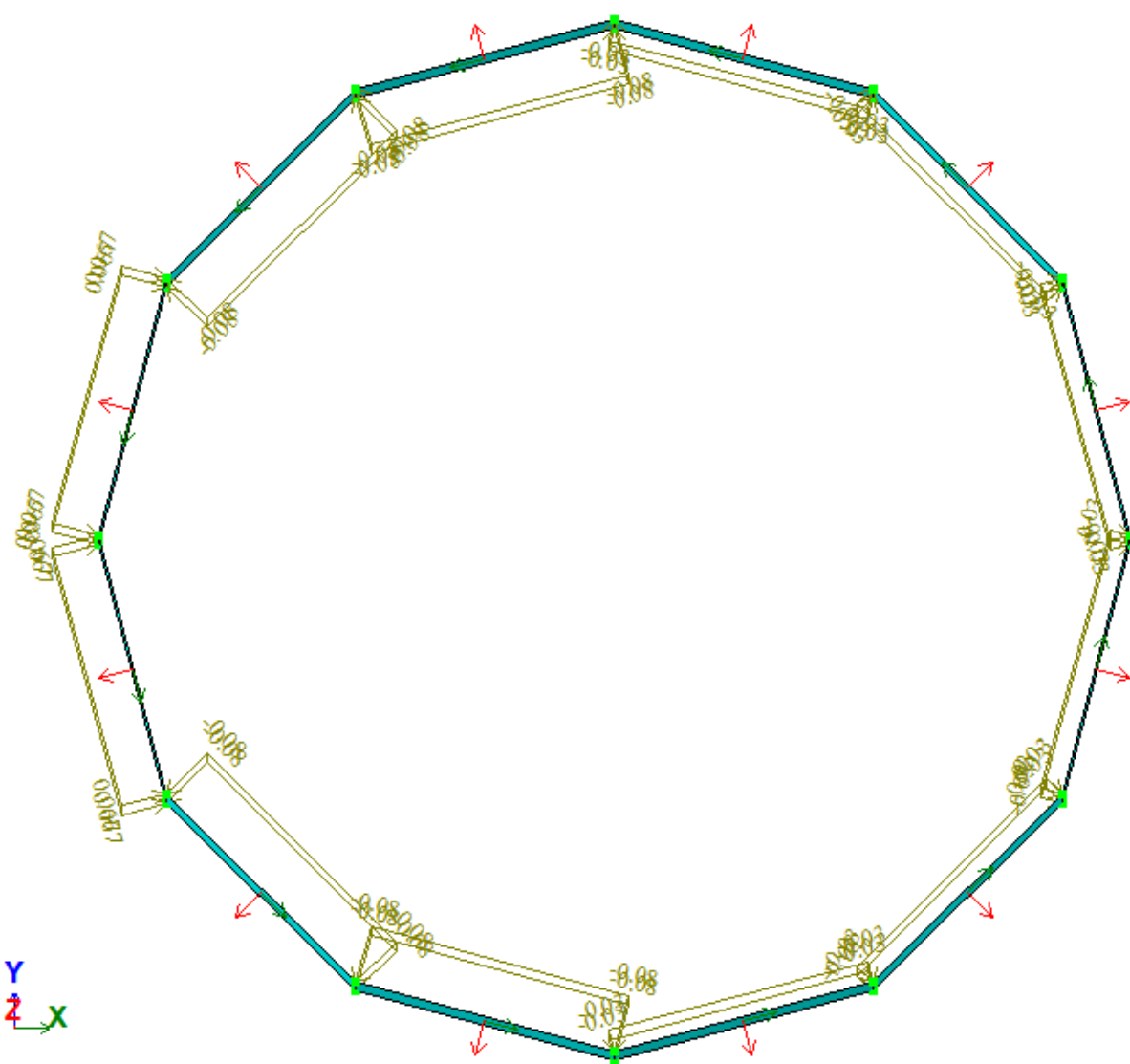


Угол: 0.000 °  
 Нормативная нагрузка : 48.00 Кг/м2  
 Расчетная нагрузка : 67.20 Кг/м2

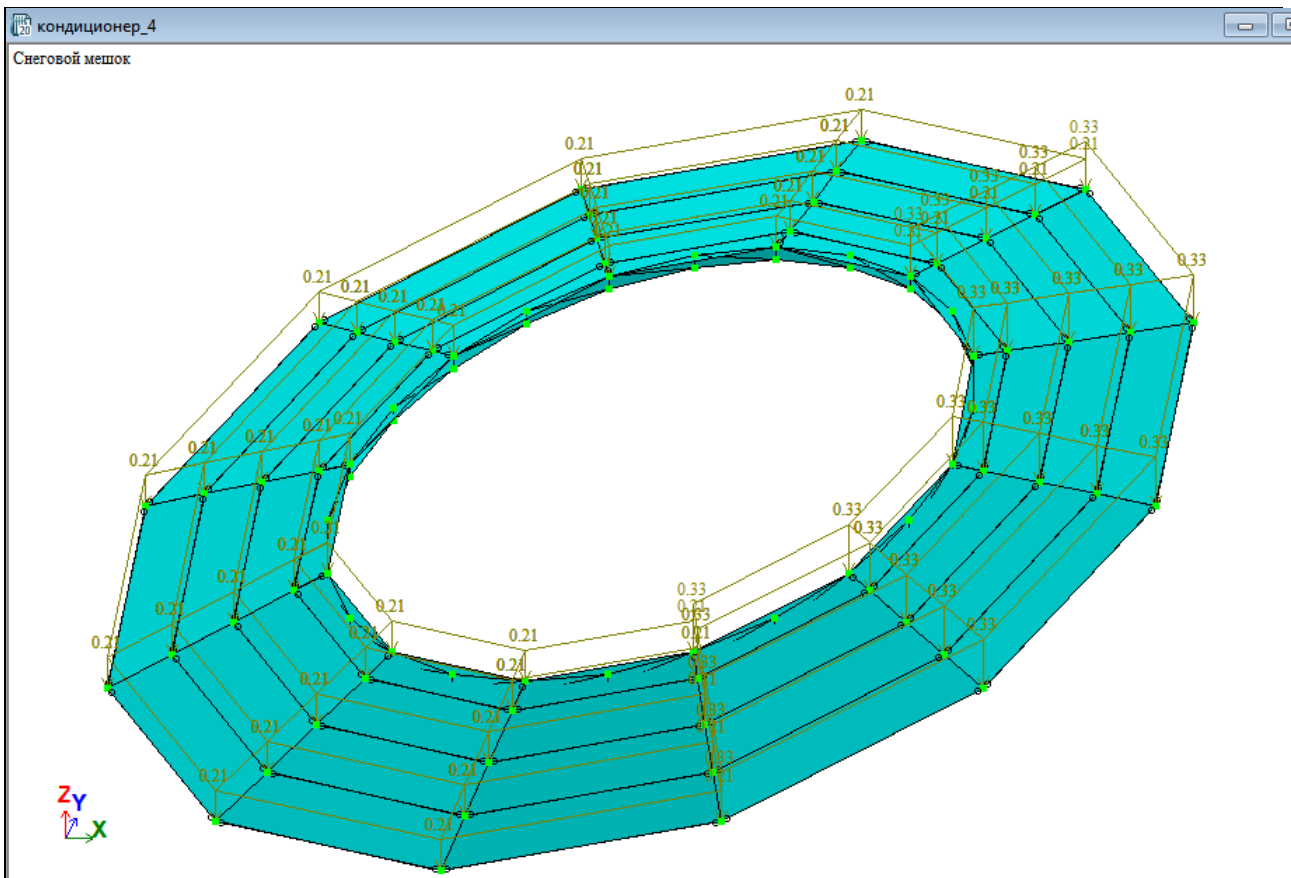
Поверхность: Стена(в плане)

Шаг сканирования: 5 °       $\gamma_f = 1.4$

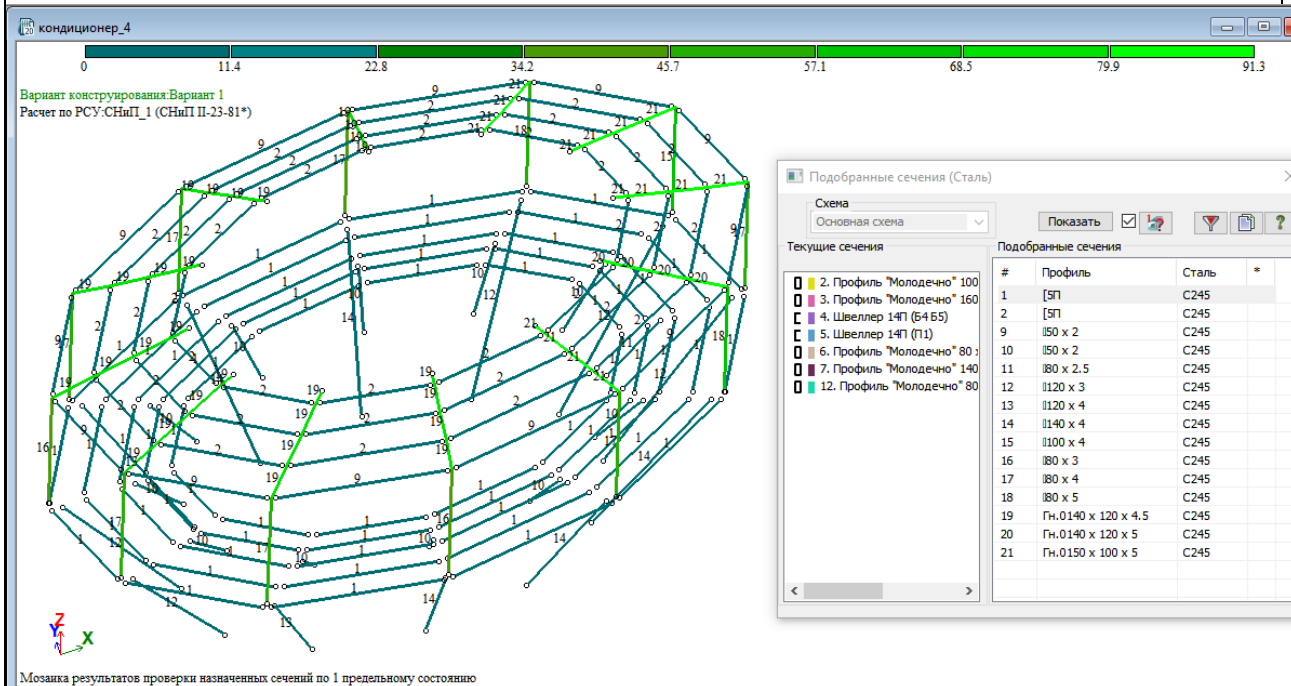
Ветер по X



Снеговая нагрузка (снеговый мешок)

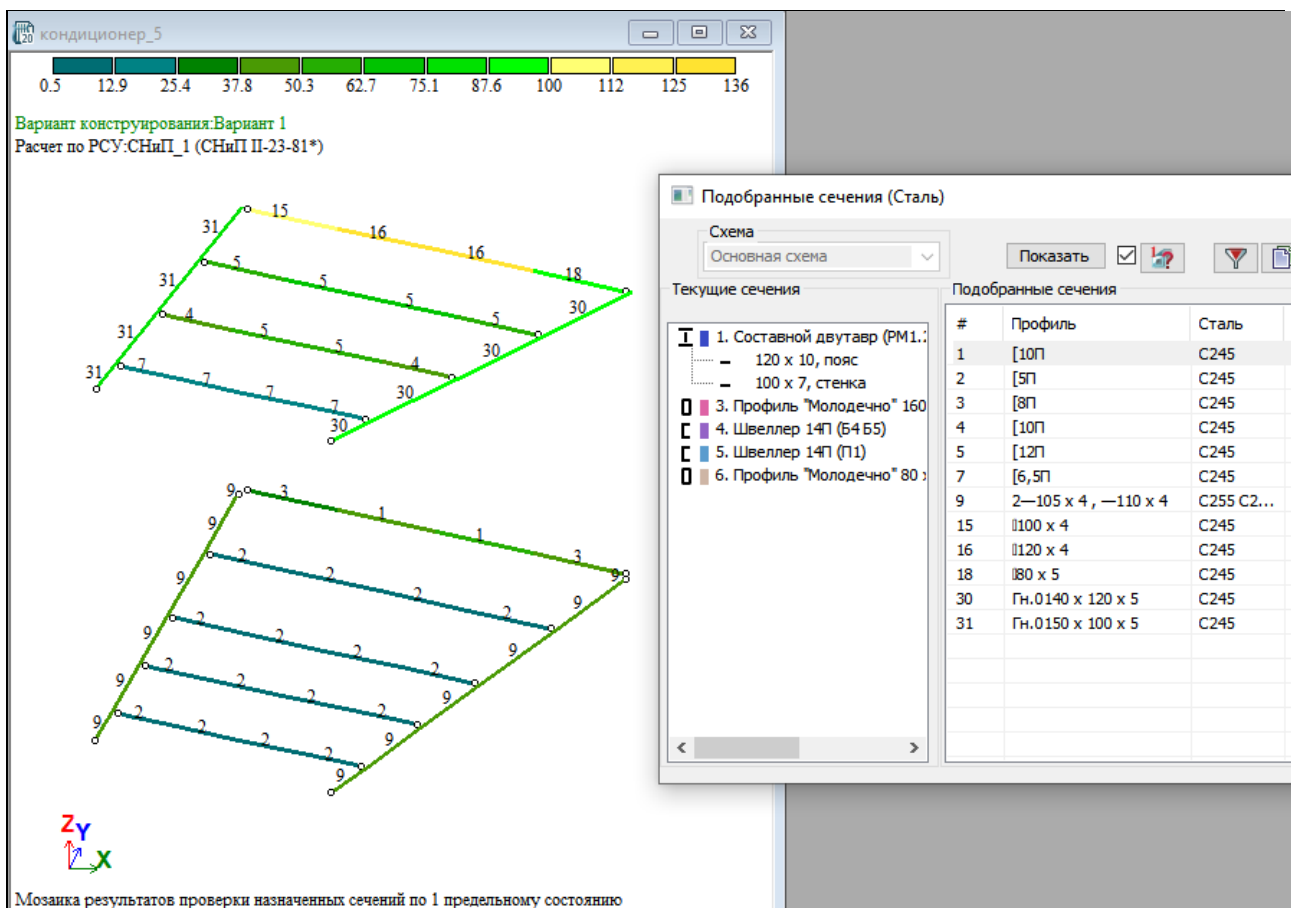


### Заданные и подобранные сечения каркаса галереи

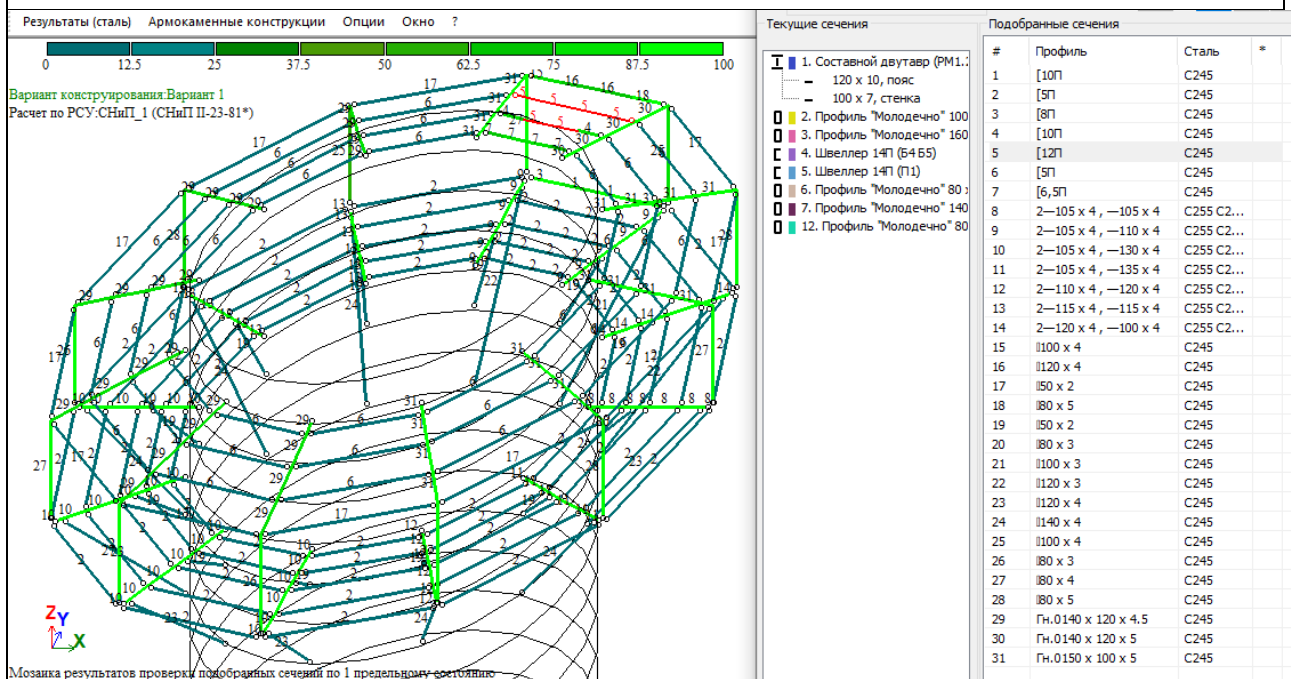


### Вариант модели для расчета всех элементов за исключением нижних и верхних прогонов

### Модель для расчета прогонов



Крайние прогоны кровли не проходят. Требуется профиль Молодечно 120х4.



Ведомость Элементов

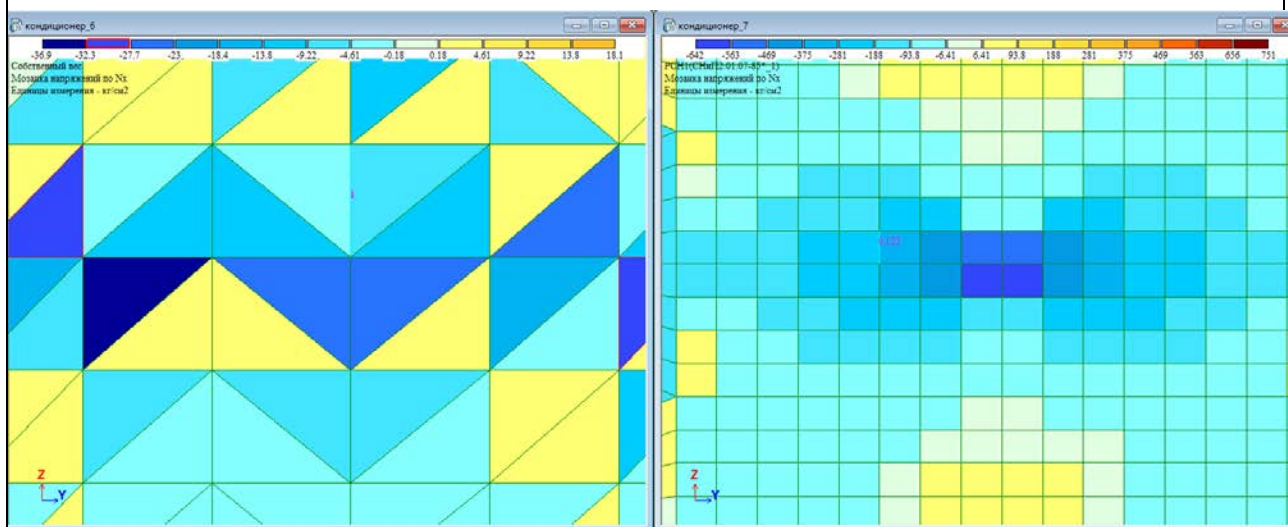


Марка элемента	Позиц	Состав по чертежу	Состав по расчету	Q, тс	N, тс	M, тм	Сталь	Прим
Б3	1	t 7x98	100x4	4.7	2.7			
	2	t 11x120	120x4					
Б4		Шв 14П	12П	4.1	3.7			
Б5		Шв 14П	12П	4.1	3.7			
РМ1	1	Тр 100x5	140x4		4.5	0.63		стойки
	2	Тр 160x100x5	150x100x5	2.8	4.0	1.0		балки
П1		Шв 14П	12П	6.7	5.0			
П2		Тр 80x5	120x4	0.68	2.1			
П3		Тр 60x4						
ПК1		Тр 140x5	140x4		10.2			
ПК		Тр 80x5	80x5		1.9			существующий
Б1		30Б2	25Б1	3.8				Переход
Б2		Шв 12П	12П					
Сг1		Уг 50x5	50x5					

Крайние прогоны под кровлю принять Тр 120x4. Остальные конструкции по чертежу или не менее расчетных.

### 3. Башня кондиционирования

Изменение напряжений в узле примыкания подкоса при уменьшении шага триангуляции с 1.0 м



до 0.125 м (в 8 раз)

В зоне примыкания (0.0625 м от узла схемы) напряжения возрастают в 16 раз по сравнению с расстоянием 0.5 м. Квадратичная зависимость. При оценке местной прочности и устойчивости необходимо сгущение триангуляционной сетки до размеров поперечного сечения оптрающихся стержневых элементов.

Нагрузки на фундамент по загрузениям

Нагрузки на фундамент (узел 349) по диаметру в плоскости XOZ



№ узла	Нагрузка на фрагмент						№ PCH
	Px	Py	Pz	Mx	My	Mz	
349	-0.048	0.020	0.684	0.000	-0.000	-0.000	1
349	-0.070	0.025	0.993	0.000	-0.000	-0.000	2
349	-0.174	0.062	2.482	0.000	-0.000	-0.000	3
349	-0.071	0.037	1.007	0.000	-0.000	-0.000	4
349	-0.004	0.002	0.048	0.000	-0.000	-0.000	5
349	-0.116	0.058	1.718	0.000	-0.000	-0.000	6
349	-0.033	0.052	-0.543	-0.000	-0.001	0.000	7
349	1.319	-0.322	-22.912	0.000	0.004	-0.000	8

На чертеже указано максимальное вертикальное усилие на опоре 150 кН для условного ветрового давления 1.0 кН/м<sup>2</sup>. Коэффициент приведения к нормативному значению –  $30/100 = 0.3$ .

В расчетной схеме шаг опор в 1.5 раза чаще, следовательно нагрузка на одну точку опирания будет в 1.5 раза меньше.

Переход от условных данных чертежа к результатам расчета модели:

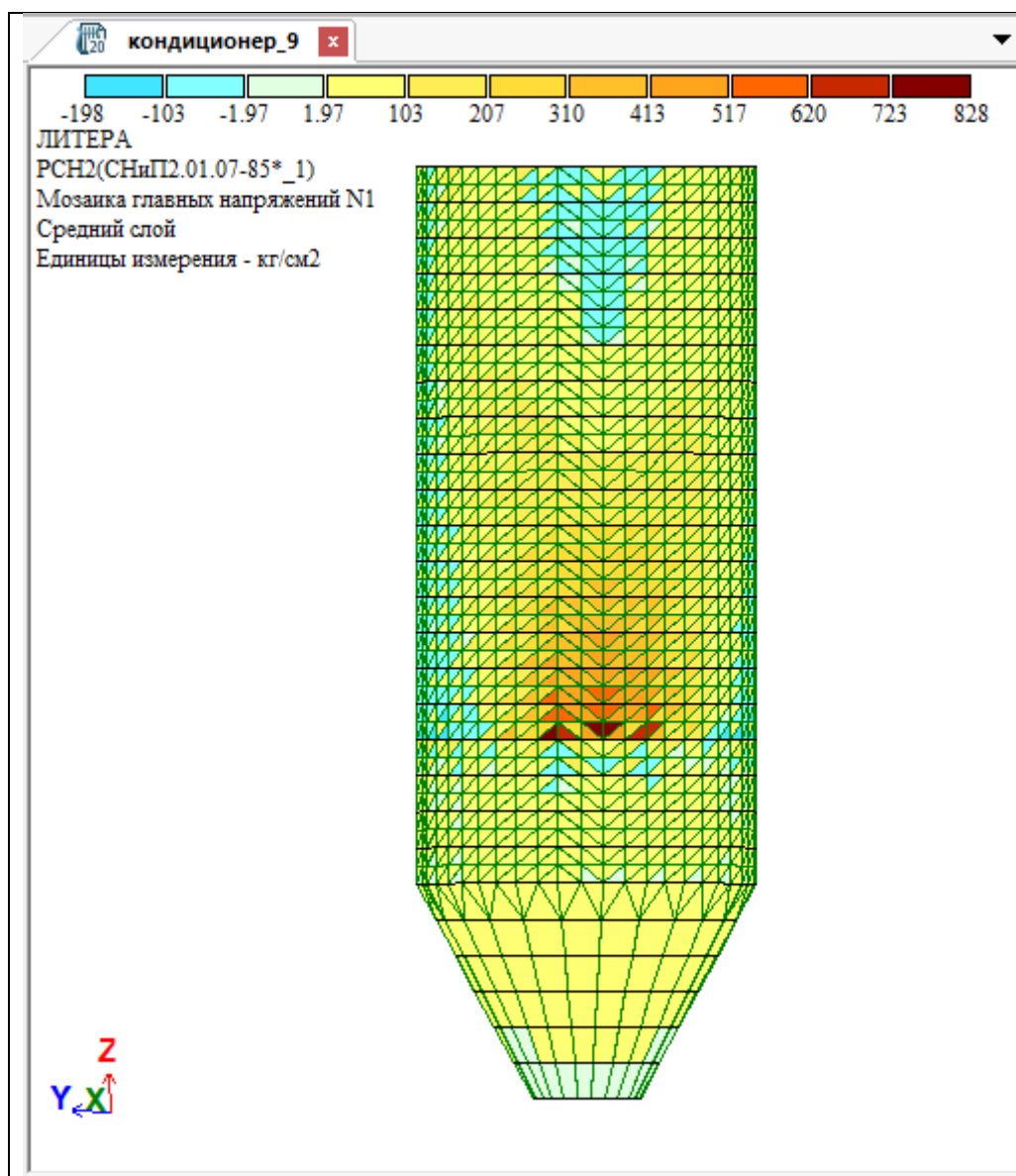
$$150/3 / (12/8) = 33 \text{ кГц} = 3.3 \text{ ТГц.}$$

В расчете получено 23 тс – растяжение; 2.5 тс – сжатие.. Услия не менее приведенных в чертежах.

## Анализ устойчивости и НДС башни кондиционирования

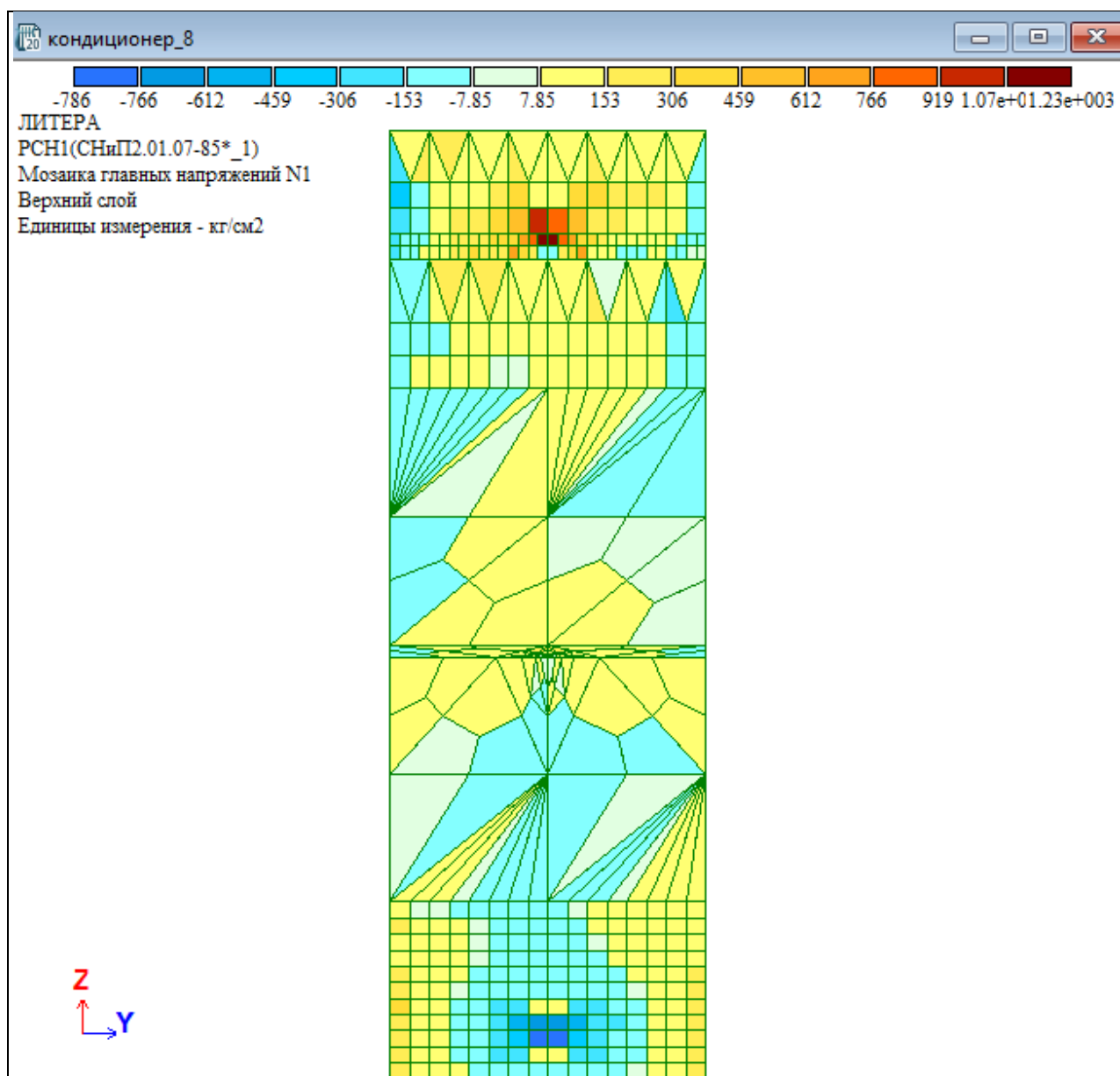
### Общая устойчивость





Главные напряжения в зоне максимальной чувствительности – 830 кг/см<sup>2</sup> не превышают 1/3 расчетного сопротивления 1450 кг/см<sup>2</sup>  
Устойчивость башни кондиционера обеспечена.

Оценка местной прочности и устойчивости в точках передачи нагрузок от галереи



Местные напряжения в точках опирания (сверху – вниз) балки кровли, балки пола, подкоса. Триангуляционная сеть сгущена до размеров поперечных сечений стержней. Максимальные напряжения с учетом изгиба не превышают  $1230 \text{ кг/см}^2 \cdot 0.5$  расчетного сопротивления стали. Прочность и местная устойчивость обеспечены.

## 4. Дополнения

## 4.1. Крепление переходного мостика

## Расчет болта на срез

Нагрузка, Н =

38000

Предел текучести материала болта, МПа =

380

Коэффициент допустимого напряжения (0,2 ... 0,3) =

0.3

Количество болтов, шт =

2

Количество плоскостей среза, шт =

1

Пример

Рассчитать

Диаметр болта, мм =

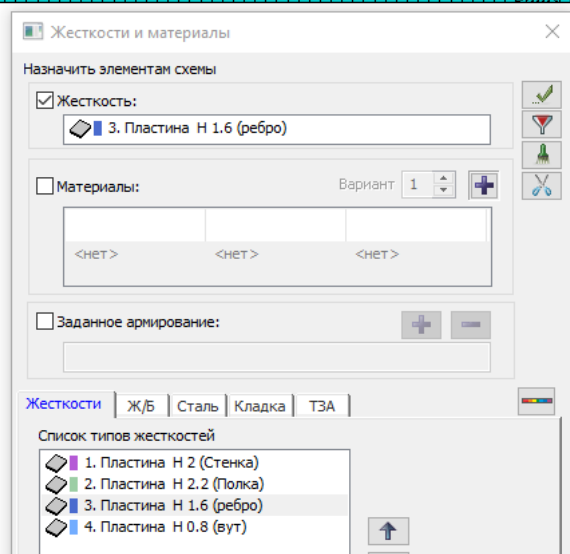
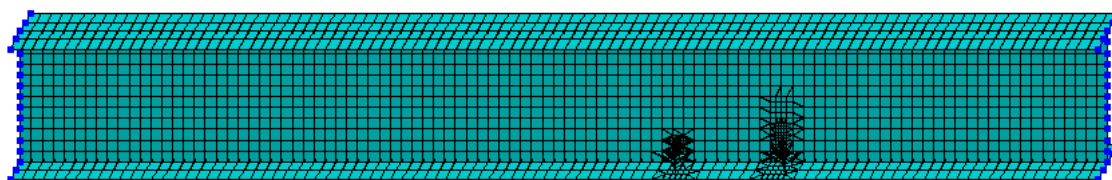
14.57

Прочность соединений обеспечена

## 4.2. Проверка устойчивости балки опирания мостика

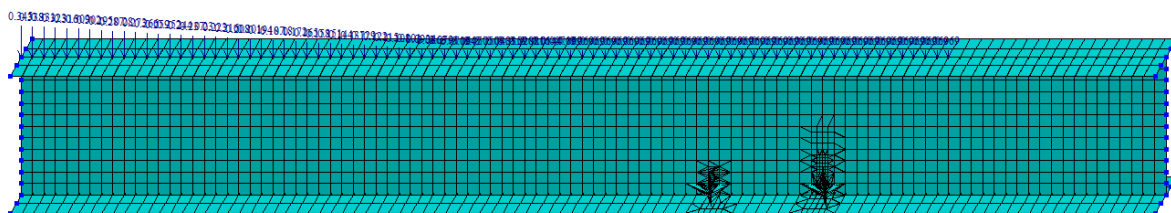
## Расчетная модель балки

Загружение 2



Нагрузка на верхнюю полку (настил, пыль, полезная, снег)

Загрузка 1



Вариант расчета с нагрузкой на ребра крепления



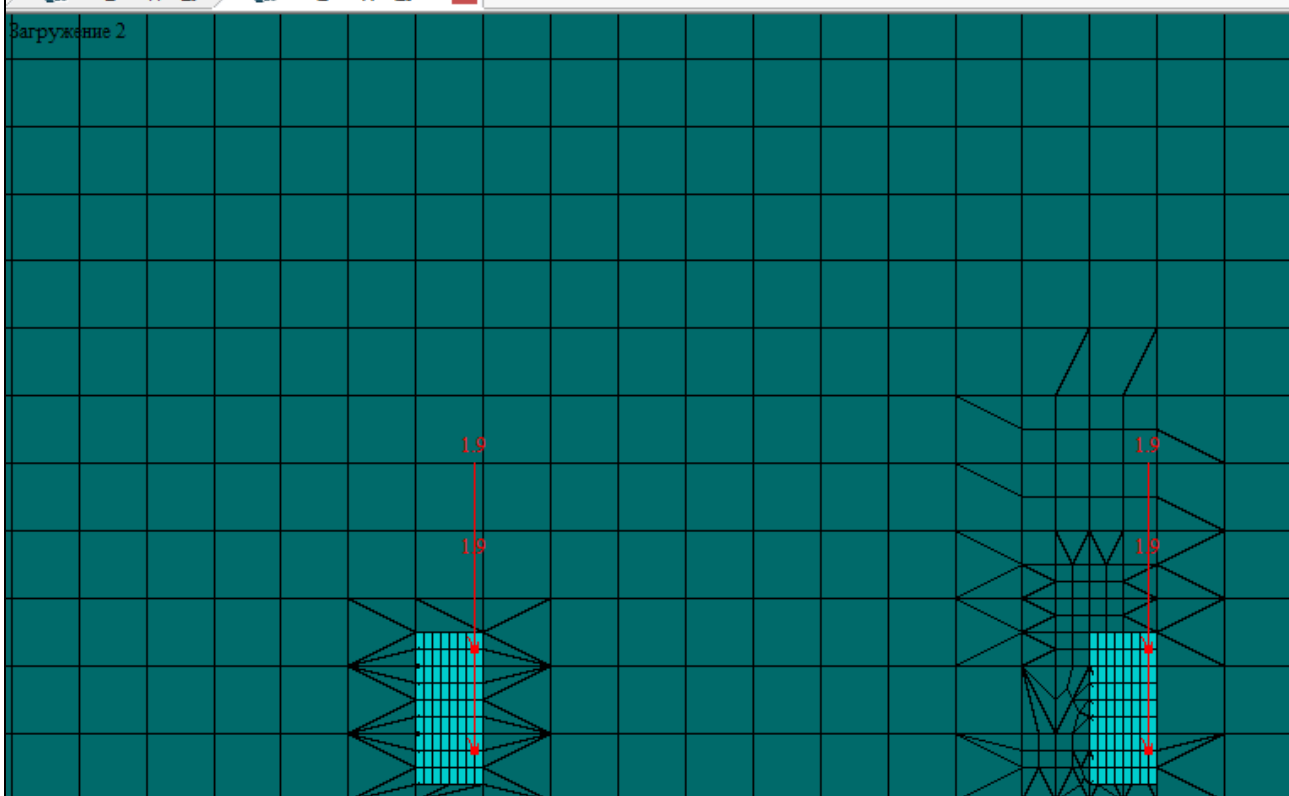
пц\_кондиц\_уз2



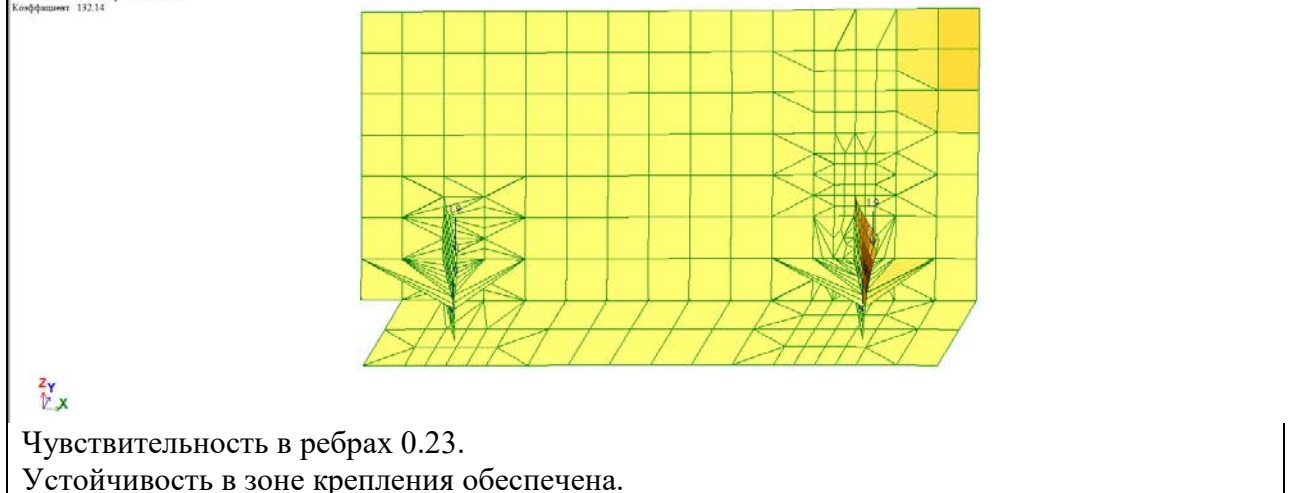
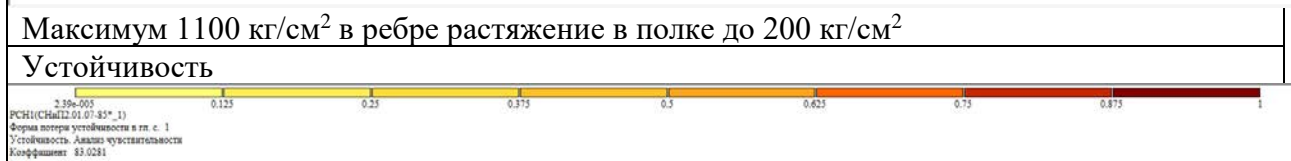
пц\_кондиц\_уз1



Загрузка 2

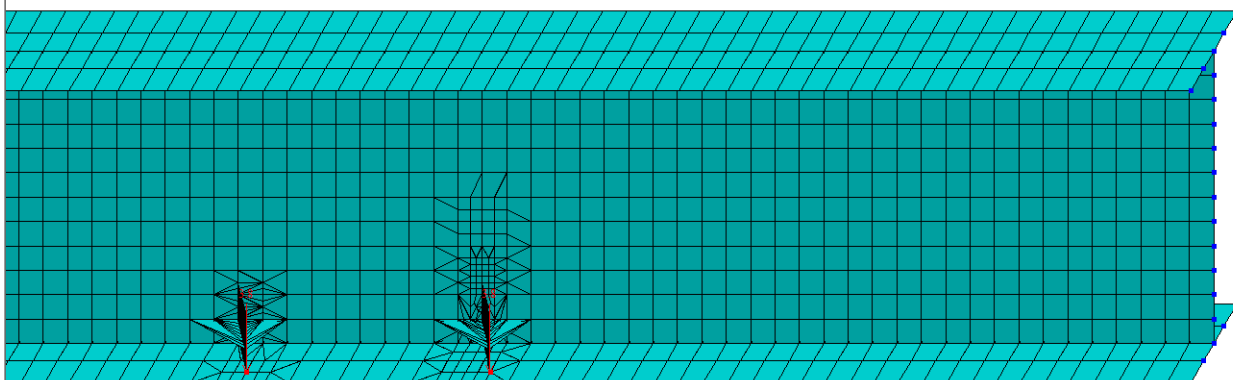


Максимальные напряжения



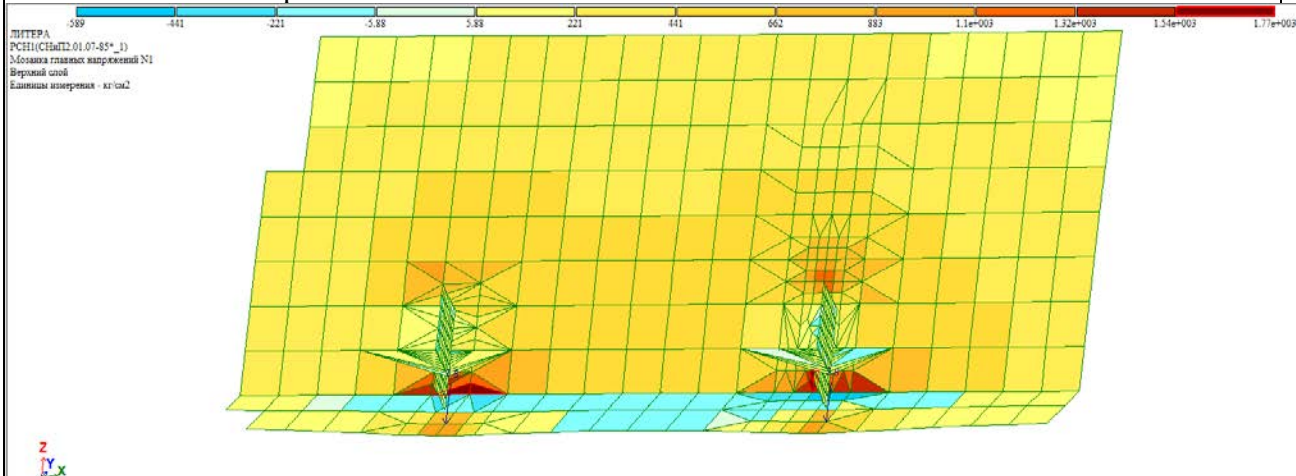


Загрузка 2



Болты ограничивают только смещение. Вся вертикальная нагрузка передается на нижнюю полку при максимальном смещении.

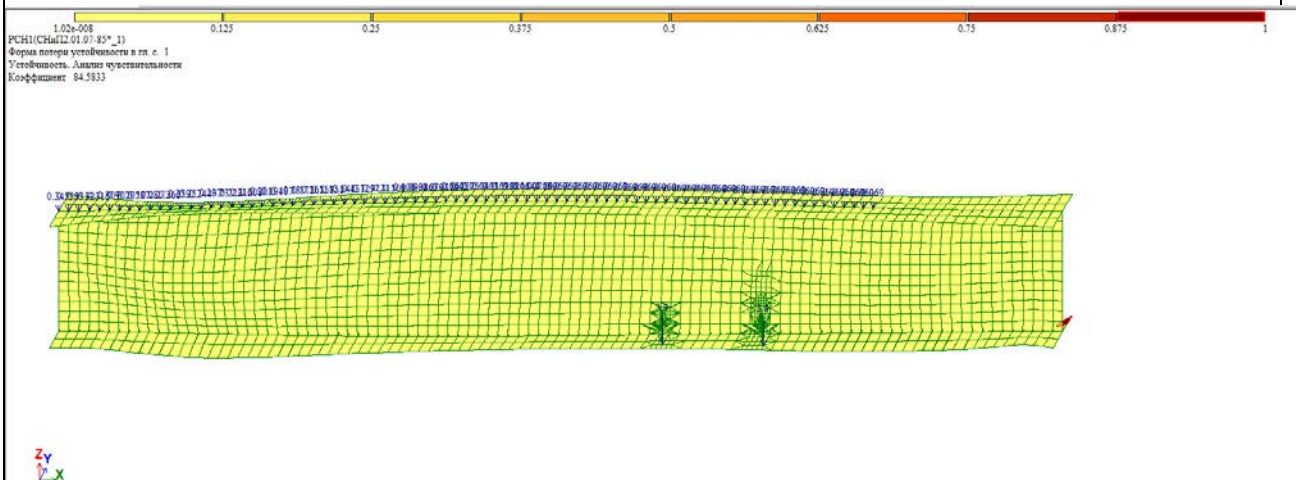
### Максимальные напряжения



Максимальные напряжения низу стенки не выше 1770 кг/см<sup>2</sup>;

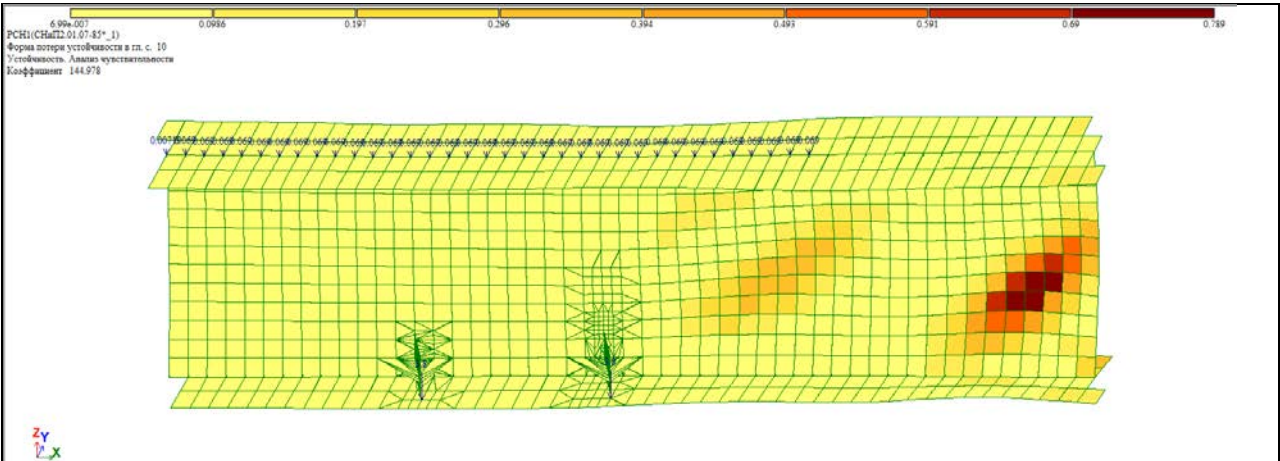
В полке не выше 1080 кг/см<sup>2</sup> – менее 0.5 прочности.

## Устойчивость



Максимальная чувствительность к потере устойчивости вне зоны узлов опирания балок перехода на опоре балки опирания. В зоне узла опирания не выше 0.125.





В зоне опирания балок мостика чувствительность к потере устойчивости в полке и тсенке балки низкие, так как отсутствуют существенные сжимающие напряжения. Чувствительность возрастает к опоре. Прочность и устойчивость в зоне опирания переходного мостика обеспечена.

4.2. Динамический расчет пульсации ветра

Динамическая модель

Таблица жесткостей

Файл Редактировать Опции

A	B	C
Таблица жесткостей		
Тип жесткости	Имя	Параметры (сечения-(см) жесткости-(т,м) расп.вес-(т,м))
1	Кольцо 950 X 949	Ro=7.8,E=2.1e+007,GF=0 D=950,d=949.4
2	Кольцо 850 X 849	Ro=7.8,E=2.1e+007,GF=0 D=850,d=849.4
3	Кольцо 750 X 749	Ro=7.8,E=2.1e+007,GF=0 D=750,d=749.4
4	Кольцо 650 X 649	Ro=7.8,E=2.1e+007,GF=0 D=650,d=649.4
5	Кольцо 550 X 549	Ro=7.8,E=2.1e+007,GF=0 D=550,d=549.4

Загружение 1

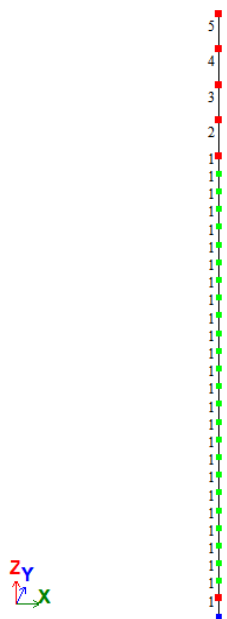


Таблица узловых нагрузок

Файл Редактировать Опции

A	B	C	D	E	F
Таблица узловых нагрузок					
№ узла	Тип	Напр	Значение (М,Т)	М/Г	№ загруз
2	сила	Z	1.500	Г	1
29	сила	Z	1.500	Г	1
30	сила	Z	1.340	Г	1
31	сила	Z	1.200	Г	1
32	сила	Z	1.030	Г	1
33	сила	Z	0.870	Г	1




Загружение 3




Ошибки и предупреждения

## Загрузка 2. Пульсация

Задание характеристик для расчета на динамические воздействия

N строки характеристик    

№ загрузки  

Наименование воздействия

Количество учитываемых форм колебаний  ☒ или до предельной частоты

№ соответствующего статического нагружения

Суммировать формы перемещений имеющие одинаковую частоту ☐

Метод суммирования составляющих

Матрица масс ☒ Диагональная ☐ Согласованная

Параметры

Сводная таблица для расчета на динамические воздействия

#	№	Имя загрузки...	Тип	Параметры...	Параметры динамического возд
1	2	Загрузка 2	ПУЛЬС	21 10 3 1...	1.00 3 6.00 0.00 2 9.50 9.50 1 0

## Параметры расчета на ветровое воздействие с учетом пульсации

Строительные нормы

Поправочный коэффициент

Расстояние между поверхностью земли и минимальной аппликацией расчетной схемы  м

Ветровой район строительства (табл. 5 СНиП 2.01.07-85\*)

Длина здания вдоль оси X  м

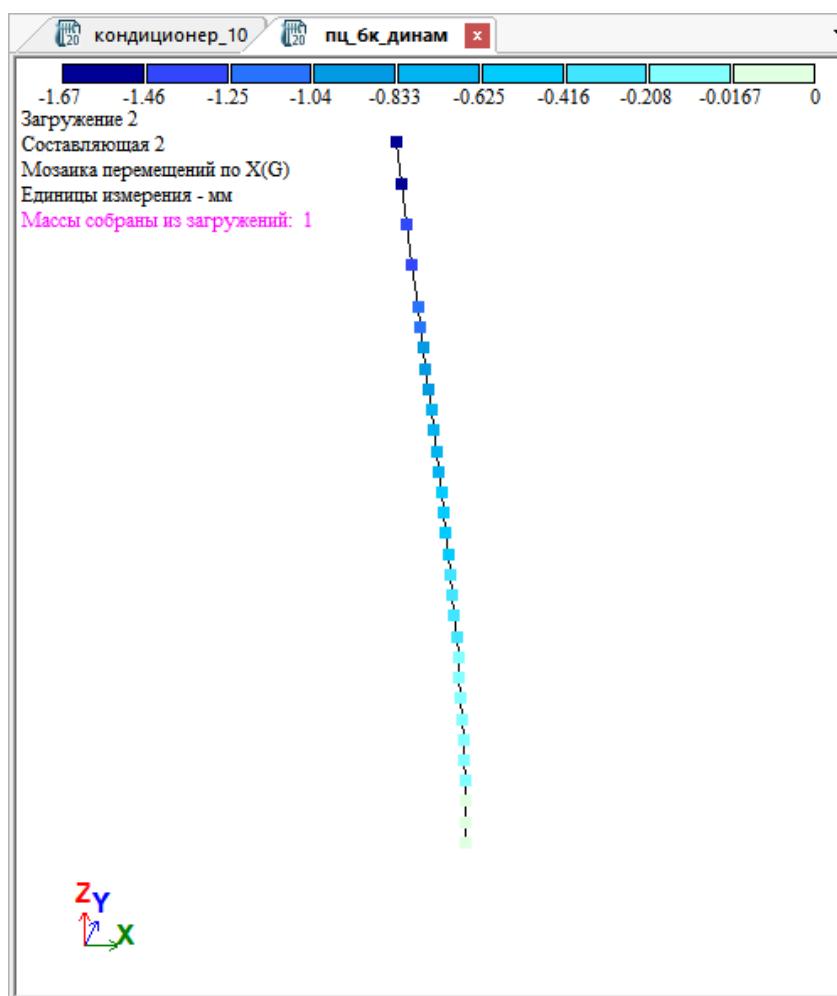
Длина здания вдоль оси Y  м

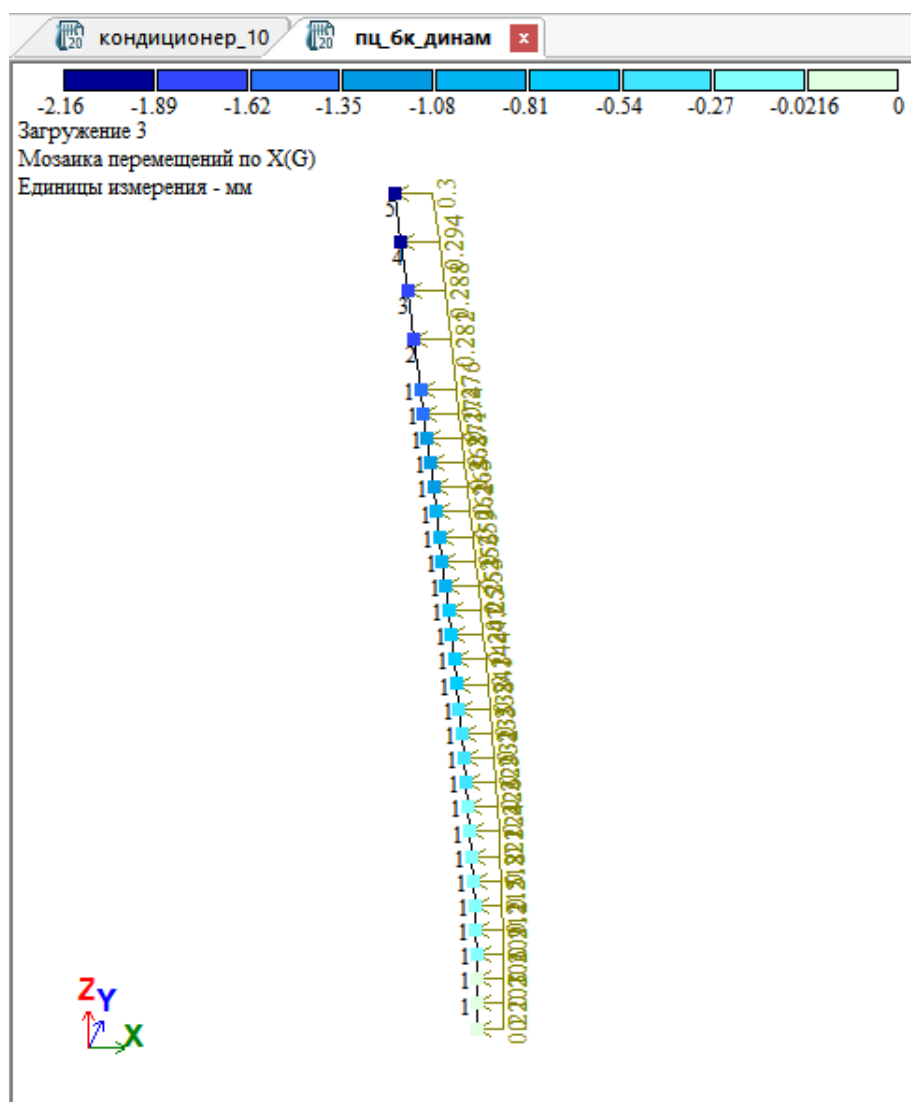
Тип местности (в соотв. со СНиП 2.01.07-85\*)

Тип здания

Логарифмический декремент колебаний

Признак ориентации обдуваемой поверхности сооружения в расчетной схеме





Анализ перемещений верха консоли

Перемещение от статического ветра – 2.16 мм.

Перемещение от пульсации – 1.67 мм.

Учитывается только первая действительная форма колебаний 3.24 1/с, период 0.3 с.

Следующая форма (период менее 0.1 с) за пределами учета согласно СП Нагрузки и воздействия.

Коэффициент к статической ветровой нагрузки для учета пульсации:

$K = 1 + 1.67/2.16 = 1.77$ . Принят в расче коэффициент 2.0 в запас.

## Выводы

## Ведомость элементов кольцевой площадки и перехода

Марка лемента	Позиц	Состав по чертежу	Состав по расчету	Q, тс	N, тс	M, тм	Сталь	Прим
Б3	1	t 7x98	100x4	4.7	2.7		C255	
	2	t 11x120	120x4				C255	
Б4		Шв 14П	12П	4.1	3.7		C245	
Б5		Шв 14П	12П	4.1	3.7		-//-	
PM1	1	Тр 100x5	140x4		4.5	0.63		стойки
	2	Тр 160x100x5	150x100x5	2.8	4.0	1.0		балки
П1		Шв 14П	12П	6.7	5.0			
П2		Тр 80x5	120x4	0.68	2.1			
П3		Тр 60x4						
ПК1		Тр 140x5	140x4		10.2			
ПК		Тр 80x5	80x5		1.9			существующий
Б1		30Б2	25Б1	3.8			C255	Переход. Крепление – болты М14, М16.
Б2		Шв 12П	12П				C245	
Сг1		Уг 50x5	50x5					

Чертежи и замеры предоставлены Заказчиком.

Ветровая нагрузка с учетом пульсации учтена максимальным коэффициентом 2.0.

Местная устойчивость и прочность в точках примыкания элементов кольцевой галереи обеспечена

Прочность и общая устойчивость башни кондиционера обеспечена.

Прочность и устойчивость в зоне опирания переходного мостика обеспечена.