

Параметры динамических воздействий

Общие данные: СП 14.13330.2018 Строительство в сейсмических районах. Изменение №2

Вид воздействия

- Сейсмические воздействия
- Ветровые воздействия
- Прочие воздействия
- Прямое интегрирование

Иная загрузка:

Преобразование статических нагрузок в массы

Номер и имя присоединяемого статического нагружения: 6 Ограждения

Коеф. пересчета: 0,9

Загрузка	Коеф. ициент
1 СВ	0,9
2 Кровля	0,9
3 Снег	0,5
6 Ограждения	0,9

Значения параметров взять из загрузки

Страна	Шифр	Наименование
Россия	СП 31-114-2004	Правила проектирования жилых и общественных зданий д...
Россия	СП 14.13330.2011	Строительство в сейсмических районах (Актуализированна...
Россия	СП 14.13330.2014	Строительство в сейсмических районах (Актуализированна...
Россия	СП 14.13330.2018	Строительство в сейсмических районах (Актуализированна...
Россия	СП 358.1325800.2011	Сооружения гидротехнические. Правила проектирования и...
Россия	МГСН 4.19.05	МГСН
Россия	НП-031-01	Нормы проектирования сейсмостойких атомных станций

Определение собственных форм и частот выполнять методом

- Итерации подпространств
- Ланцоша
- Наискорейшего спуска

Вычисление остаточных членов

Анализ в заданном частотном диапазоне

от 0 Гц до 0 Гц

Ограничение по максимальной частоте 0 Гц

Автоматическое определение количества форм исходя из % выбранных масс по направлениям:

X 0 % Y 0 % Z 0 %

Использовать согласованную матрицу масс

OK Отмена Справка

Параметры динамических воздействий

Общие данные: СП 14.13330.2018 Строительство в сейсмических районах. Изменение №2

Число учитываемых форм собственных колебаний: 3

Направление вектора сейсмического воздействия: X 1 Y 0 Z 0

Расчетная ситуация

- Расчетное землетрясение - решение по линейно-спектральной методике
- Контрольное землетрясение - решение по линейно-спектральной методике

Коеффициент, учитывающий назначение сооружения и его ответственность (табл.4.2): Необходимые при ликвидации последствий земле 1

Коеффициент, учитывающий допускаемые повреждения (табл.5.2): Допускаются(стальные, с диафрагмами и связями) 0,22

Коеффициент, учитывающий рассеивание энергии колебаний (табл.5.3): Каркасные здания 1,3

Поправочный коэффициент: 1

Категория грунта: II категория

Учет нелинейного деформирования грунтов

Сейсмичность: 8 баллов

Графики коэффициента динамичности

- По нормам
- Единый график
- Раздельный для каждого направления

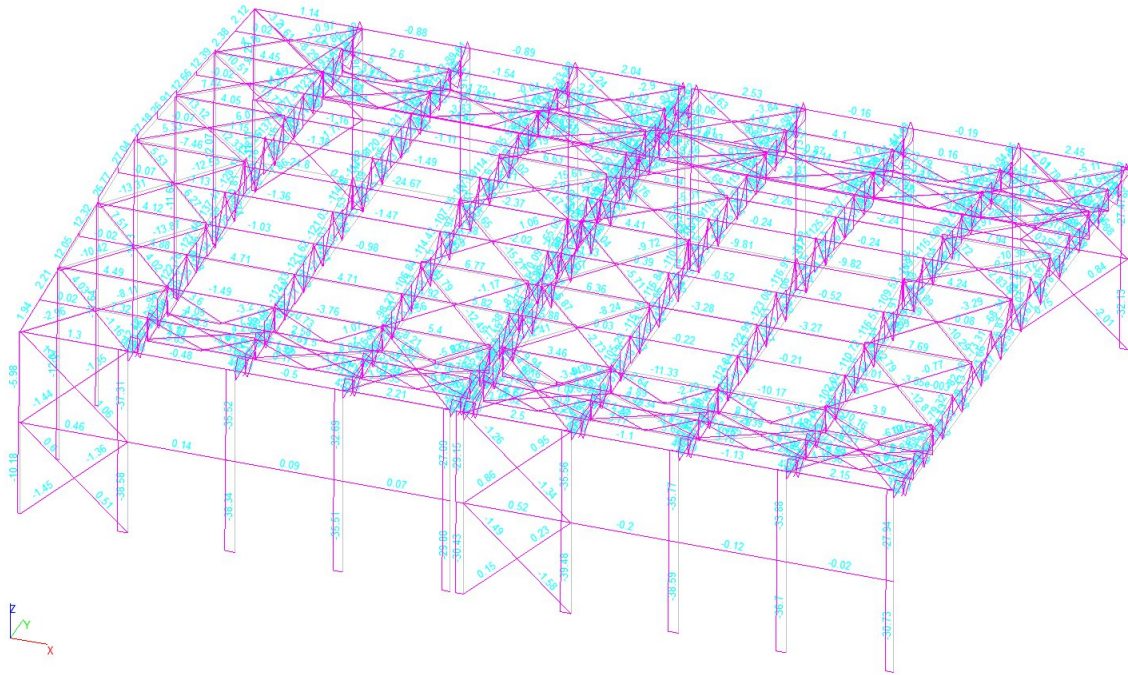
Загрузка графиков: X Y Z

Учет близости частот (формула 5.9)

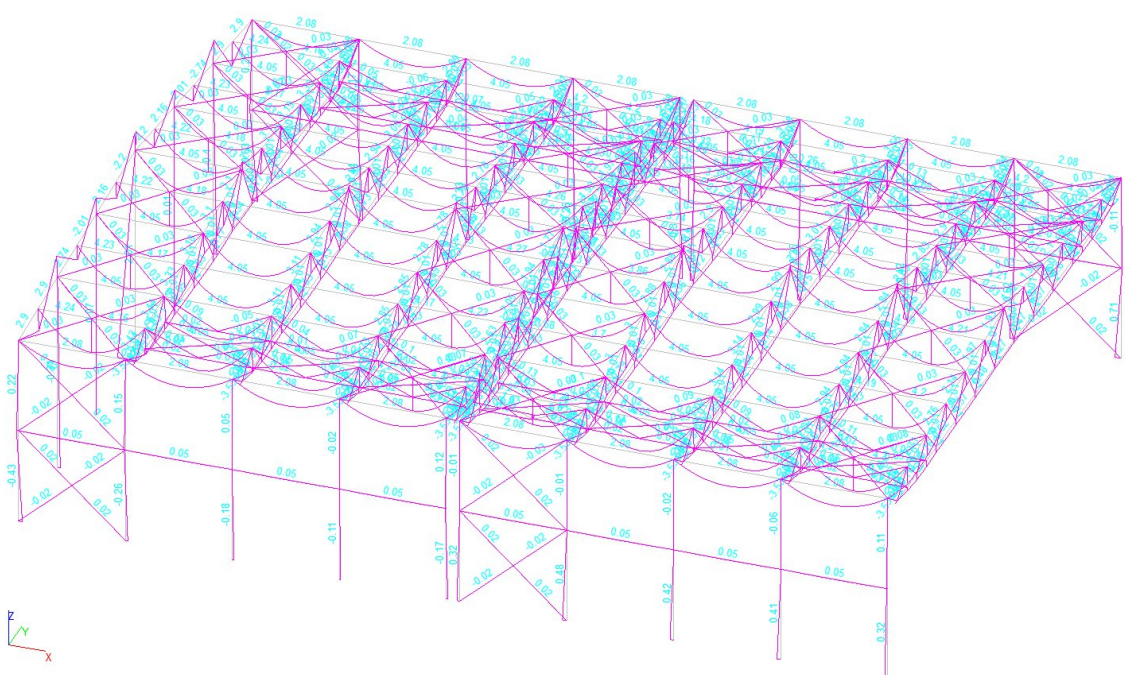
OK Отмена Справка

## Сейсмическое нагружение

Име. № подл.	Подп. И дата	Взам. инв. №					Лист
			Изм.	Лист	Лист	Кол.уч	
						ГИП	Лист
						Изм.	№ док.



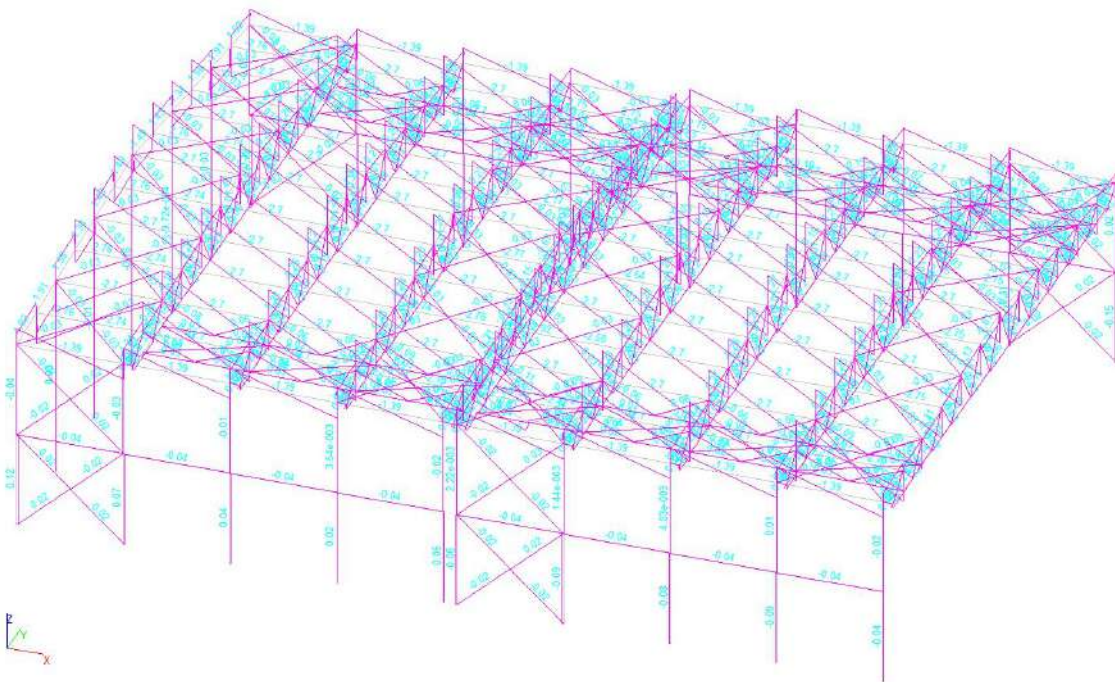
Эпюра нормальных сил N



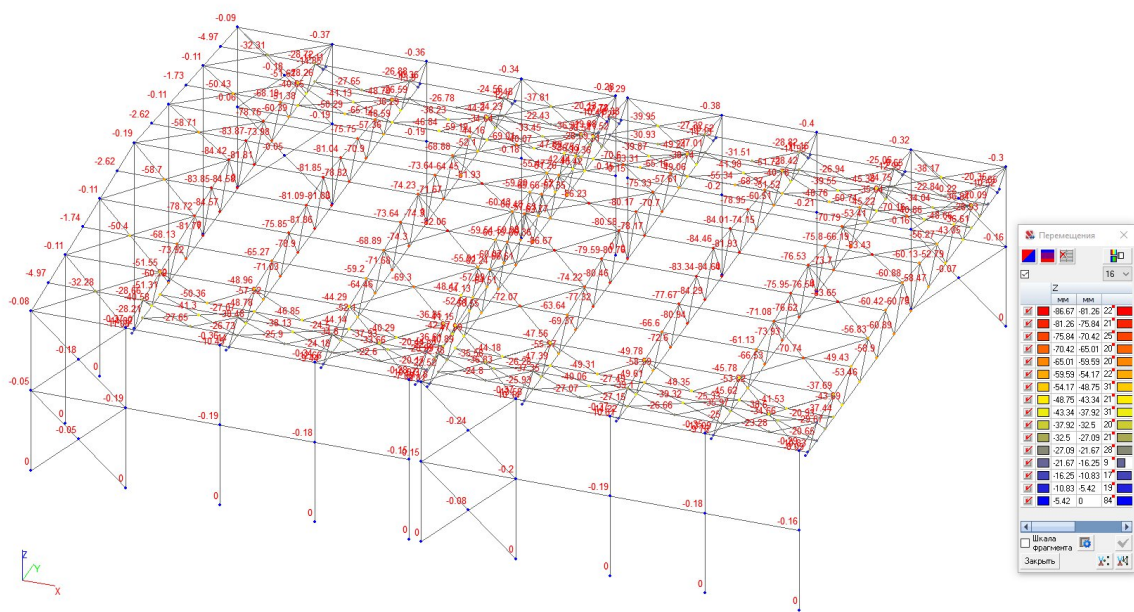
Эпюра изгибающих моментов  $M_u$

Инв. № подл.	Подп. И дата	Взам. инв. №	

			Изм.	№ док.	
Изм.	Лист	Лист	Кол.уч		ГИП



Эпюра переизгибающих сил Qz

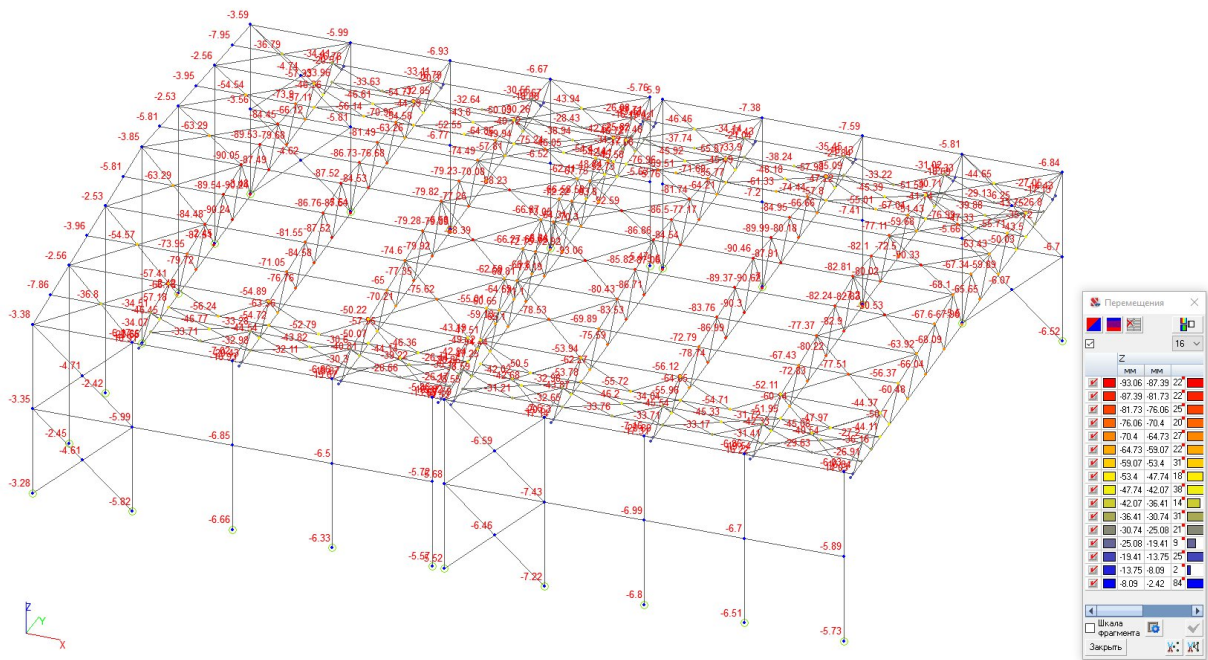


Прогибы.  $f_{max}=86.87$  мм. Допустимый прогиб по СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85\*»)  $[f]=36000/250=144$  мм. Прогибы в пределах допустимых

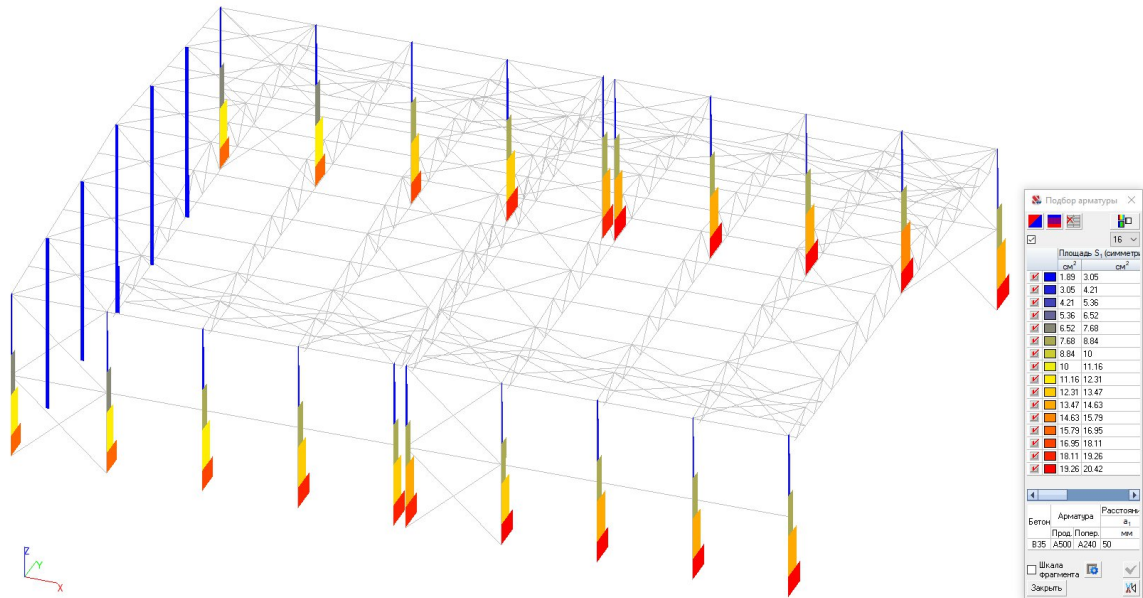
Име. № подл.	Подп. И дата	Взам. инв. №			
			Изм.	№ док.	
Изм.	Лист	Лист	Кол.уч	ГИП	

Лист

32

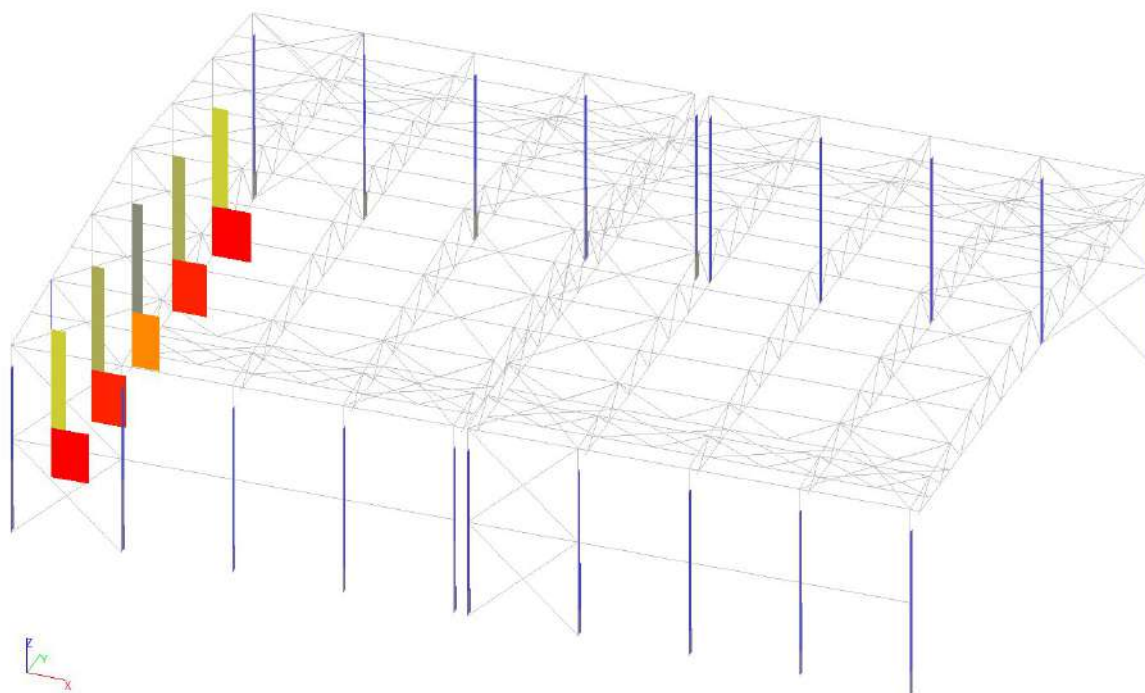


Осадки фундамента.  $s_{max}=7.2$  мм

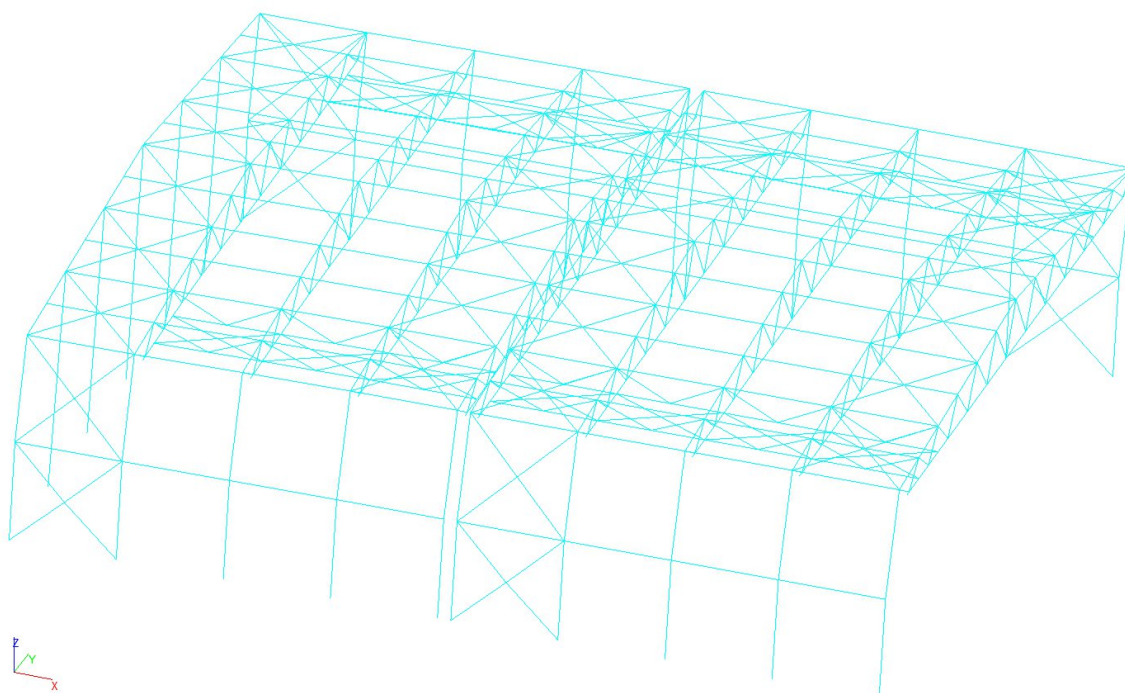


Арматура колонн S1.  $S1_{max}=20.42$  см<sup>2</sup>. Арматура по проекту – 3d28+d32=26.51 см<sup>2</sup>  
Арматуры достаточно.

Име. № подл.	Подп. И дата	Взам. инв. №			
			Изм.	№ док.	
Изм.	Лист	Лист	Кол.уч	ГИП	



Арматура колонн S3.  $S_{3max}=11.92 \text{ см}^2$ . Арматура по проекту –  $3d28+d32=26.51 \text{ см}^2$   
 Арматуры достаточно.

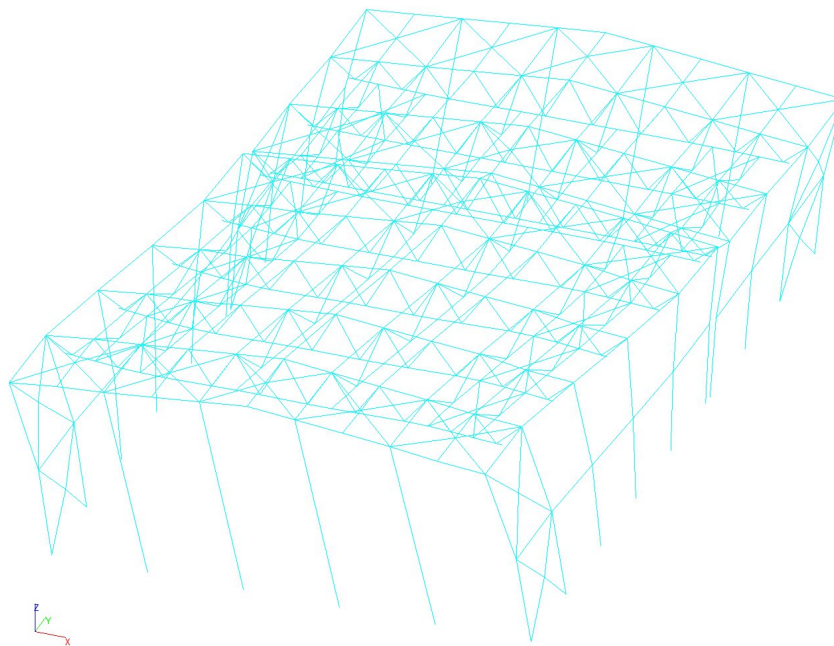


1 форма колебаний при сейсмической нагрузке.  $T=1.85 \text{ с}$

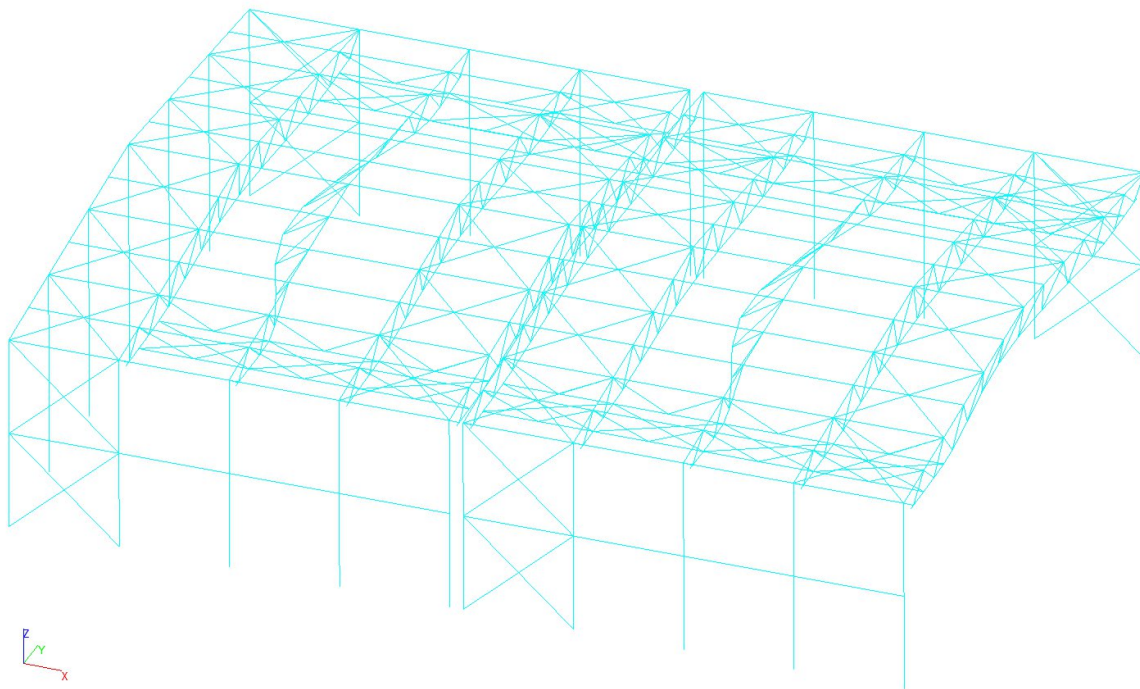
Ине. № подл.	Подп. И дата	Взам. ине. №
--------------	--------------	--------------

Изм.	Лист	Лист	Кол.уч	Изм.	№ док.
					ГИП

Лист  
34



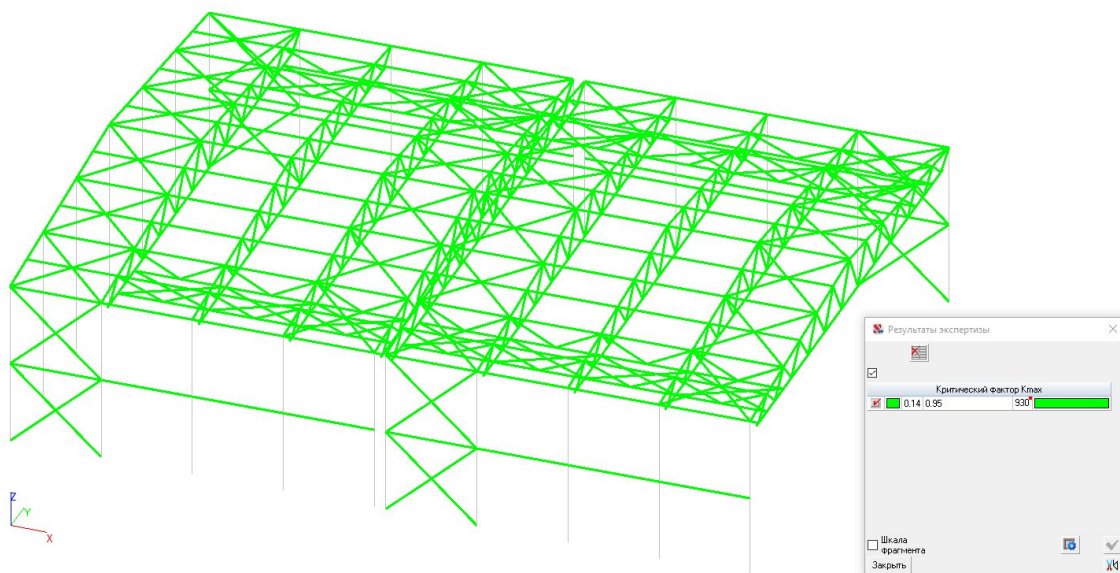
2 форма колебаний при сейсмической нагрузке.  $T=0.92$  с



3 форма колебаний при сейсмической нагрузке.  $T=0.72$  с

Инв. № подл.	Взам. инв. №	
	Подп.	И дата

Изм.	Лист	Лист	Кол.уч	ГИП
			Изм.	№ док.



Коэффициенты использования сечений  $k_{max}=0.95$

## Результаты экспертизы стальных конструкций. Блок №1, №4

Расчет выполнен по СП 16.13330.2017 с изменением №1

### Оглавление

1. Конструктивная группа Ферма. Верхний пояс	33
2. Конструктивная группа Ферма. Нижний пояс	36
3. Конструктивная группа Ферма. Опорные раскосы	39
4. Конструктивная группа Ферма. Раскосы	41
5. Конструктивная группа Подстр ферма. Верхний пояс	44
6. Конструктивная группа Подстр. ферма. Подкосы	46
7. Конструктивная группа Подстр. ферма. Стойки	48
8. Конструктивная группа Прогоны	52
9. Конструктивная группа Вертикальные связи	54
10. Конструктивная группа Вертикальные связи по фермам	58
11. Конструктивная группа Гор связи по верхним поясам ферм	63
12. Конструктивная группа Гор связи по нижним поясам ферм	67
13. Конструктивная группа Распорки	71

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

										Лист
			Изм.	№ док.						36
Изм.	Лист	Лист	Кол.уч		ГИП					

**Конструктивная группа Ферма. Верхний пояс**

**Конструктивная группа Ферма. Верхний пояс . Элемент № 137**

Сталь: С345

Длина элемента 4.16 м

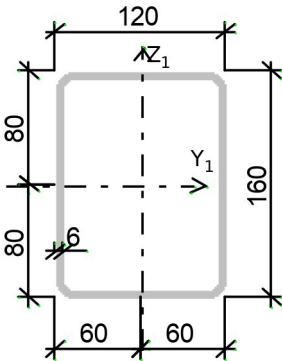
Количество закреплений сжатого пояса в пролете	Вид нагрузки в пролете	Эпюра М	Пояс, к которому приложена нагрузка
Без закреплений	Равномерно распределенная		Сжатый

Коэффициент надежности по ответственности 1

Дополнительные коэффициенты условий работы	
Расчет на прочность при сейсмике	0
Расчет на устойчивость при сейсмике	0
При особых (не сейсмических) воздействиях	1
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

Коэффициенты расчетной длины по СП 16.13330.2017 с изменением №1

**Сечение**



Профиль: Стальные гнутые замкнутые сварные прямоугольные профили по ГОСТ 30245-2012 160x120x6

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 7.1.1	Прочность элемента	0.04	L1+1.25*L2+1.05*L4
п. 7.1.3	Устойчивость элемента в плоскости фермы	0.05	L1+1.25*L2+1.05*L4
п. 7.1.3	Устойчивость элемента из	0.04	L1+1.25*L2+1.05*L4

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	Лист	Кол.уч	ГИП	Лист
					37

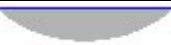
Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
	плоскости фермы		4
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	0.47	1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	0.33	1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости фермы	0.46	1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4

**Коэффициент использования 0.47 - Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости**

**Конструктивная группа Ферма. Верхний пояс . Элемент № 138**

**Сталь: С345**

Длина элемента 3.48 м

Количество закреплений сжатого пояса в пролете	Вид нагрузки в пролете	Эпюра М	Пояс, к которому приложена нагрузка
Без закреплений	Равномерно распределенная		Сжатый

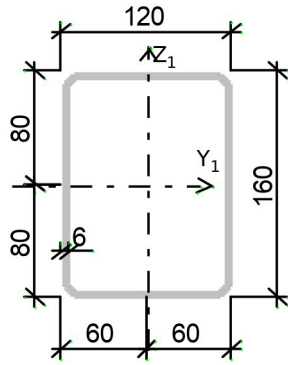
Коэффициент надежности по ответственности 1

<b>Дополнительные коэффициенты условий работы</b>	
Расчет на прочность при сейсмике	0
Расчет на устойчивость при сейсмике	0
При особых (не сейсмических) воздействиях	1
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

Коэффициенты расчетной длины по СП 16.13330.2017 с изменением №1

**Сечение**

Име. № подл.	Подп. И дата	Взам. инв. №					Лист
Изм.	Лист	Лист	Кол.уч	Изм.	№ док.	ГИП	
						38	



Профиль: Стальные гнутые замкнутые сварные прямоугольные профили по ГОСТ 30245-2012 160x120x6

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 7.1.1	Прочность элемента	0.07	L1+1.25*L2+1.05*L4
п. 7.1.3	Устойчивость элемента в плоскости фермы	0.08	L1+1.25*L2+1.05*L4
п. 7.1.3	Устойчивость элемента из плоскости фермы	0.07	L1+1.25*L2+1.05*L4
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	0.49	1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	0.34	1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости фермы	0.39	1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4

**Коэффициент использования 0.49 - Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости**

Экстремальные значения факторов. Группа Ферма. Верхний пояс							
Проверка	Фактор	Минимум			Максимум		
		Элемент	Значение	Комбинация	Элемент	Значение	Комбинация
п. 7.1.1	Прочность элемента	139	0.03	L1+1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4~Сечение 1	153	0.21	L1+1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1
п. 7.1.3	Устойчивость элемента в плоскости фермы	139	0.04	L1+1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4~Сечение 1	153	0.25	L1+1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1
п. 7.1.3	Устойчивость элемента из	139	0.03	L1+1.25*L2+1.4*L3	153	0.21	L1+1.25*L2+1.05*L4

Име. № подл.	Подп. И дата	Взам. инв. №

Изм.	Лист	Лист	Кол.уч	Изм.	№ док.	Лист
						39
ГИП						Лист

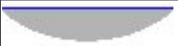
Экстремальные значения факторов. Группа Ферма. Верхний пояс							
Проверка	Фактор	Минимум			Максимум		
		Элемент	Значение	Комбинация	Элемент	Значение	Комбинация
	плоскости фермы			3+1.05*L4~Сечение 1			L4~Сечение 1
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	137	0.47	1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4~Сечение 1	138	0.49	1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4~Сечение 1
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	137	0.33	1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4~Сечение 1	138	0.34	1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4~Сечение 1
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости фермы	184	0.39	1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4~Сечение 1	157	0.46	1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4~Сечение 1

**Конструктивная группа Ферма. Нижний пояс**

**Конструктивная группа Ферма. Нижний пояс . Элемент № 156**

**Сталь:** С345

Длина элемента 0.49 м

Количество закреплений сжатого пояса в пролете	Вид нагрузки в пролете	Эпюра М	Пояс, к которому приложена нагрузка
Без закреплений	Равномерно распределенная		Сжатый

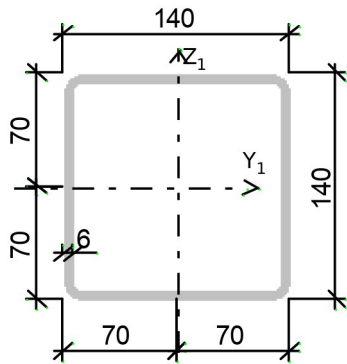
Коэффициент надежности по ответственности 1

Дополнительные коэффициенты условий работы	
Расчет на прочность при сейсмике	0
Расчет на устойчивость при сейсмике	0
При особых (не сейсмических) воздействиях	1
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

Коэффициенты расчетной длины по СП 16.13330.2017 с изменением №1

**Сечение**

Име. № подл.	Подп. И дата	Взам. инв. №					Лист
Изм.	Лист	Лист	Кол.уч	Изм.	№ док.	ГИП	
						40	



Профиль: Стальные гнутые замкнутые сварные квадратные профили по ГОСТ 30245-2012 140x6

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 7.1.1	Прочность элемента	$1.17 \cdot 10^{-005}$	1.25*L2+1.05*L4
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	0.43	1.25*L2+1.05*L4
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	0.43	1.25*L2+1.05*L4
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости фермы	0.04	1.125*L2+0.945*L4+L6

**Коэффициент использования 0.43 - Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости**

**Конструктивная группа Ферма. Нижний пояс . Элемент № 322**

**Сталь: С345**

Длина элемента 0.5 м

Количество закреплений сжатого пояса в пролете	Вид нагрузки в пролете	Эпюра М	Пояс, к которому приложена нагрузка
Без закреплений	Равномерно распределенная		Сжатый

Коэффициент надежности по ответственности 1

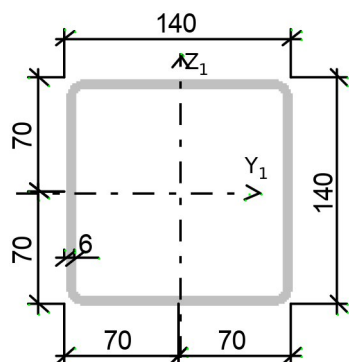
**Дополнительные коэффициенты условий работы**

Расчет на прочность при сейсмике	0
Расчет на устойчивость при сейсмике	0
При особых (не сейсмических) воздействиях	1
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

Име. № подл.	Подп. И дата	Взам. инв. №					Лист
							41
Изм.	Лист	Лист	Кол.уч	Изм.	№ док.	ГИП	

Коэффициенты расчетной длины по СП 16.13330.2017 с изменением №1

**Сечение**



Профиль: Стальные гнутые замкнутые сварные квадратные профили по ГОСТ 30245-2012 140x6

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 7.1.1	Прочность элемента	$1.19 \cdot 10^{-005}$	1.25*L2+1.05*L4
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости фермы	0.04	1.125*L2+0.945*L4+L6

**Коэффициент использования 0.04 - Предельная гибкость в плоскости фермы**

Экстремальные значения факторов. Группа Ферма. Нижний пояс							
Проверка	Фактор	Минимум			Максимум		
		Элемент	Значение	Комбинация	Элемент	Значение	Комбинация
п. 7.1.1	Прочность элемента	156	$1.17 \cdot 10^{-005}$	1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1	303	0.21	L1+1.25*L2+1.05*L4~Сечение 3
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	156	0.43	1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1	156	0.43	1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	156	0.43	1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1	156	0.43	1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости фермы	327	0.04	1.125*L2+0.945*L4+L5~Сечение 1	311	0.13	0.8*L1+1.125*L2+0.945*L4~Сечение 1

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	


Изм.	Лист	Лист	Кол.уч	ГИП	Лист
					42

**Конструктивная группа Ферма. Опорные раскосы**

**Конструктивная группа Ферма. Опорные раскосы . Элемент № 21**

Сталь: С345

Длина элемента 2.82 м

Количество закреплений сжатого пояса в пролете	Вид нагрузки в пролете	Эпюра М	Пояс, к которому приложена нагрузка
Без закреплений	Равномерно распределенная		Сжатый

Коэффициент надежности по ответственности 1

<b>Дополнительные коэффициенты условий работы</b>	
Расчет на прочность при сейсмике	0
Расчет на устойчивость при сейсмике	0
При особых (не сейсмических) воздействиях	1
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

Коэффициенты расчетной длины по СП 16.13330.2017 с изменением №1

**Сечение**



Профиль: Стальные гнутые замкнутые сварные квадратные профили по ГОСТ 30245-2012 100x5

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 7.1.1	Прочность элемента	0.27	L1+1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4
п. 10.4.1	Предельная гибкость из плоскости фермы	0.29	0.8*L1+1.125*L2+0.945*L4-L6
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости фермы	0.29	0.8*L1+1.125*L2+0.945*L4-L6

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	


Изм.	Лист	Лист	Кол.уч	ГИП	Лист
					43

**Коэффициент использования 0.29 - Предельная гибкость из плоскости фермы**

**Конструктивная группа Ферма. Опорные раскосы . Элемент № 32**

Сталь: С345

Длина элемента 2.68 м

Количество закреплений сжатого пояса в пролете	Вид нагрузки в пролете	Эпюра М	Пояс, к которому приложена нагрузка
Без закреплений	Равномерно распределенная		Сжатый

Коэффициент надежности по ответственности 1

Дополнительные коэффициенты условий работы	
Расчет на прочность при сейсмике	0
Расчет на устойчивость при сейсмике	0
При особых (не сейсмических) воздействиях	1
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

Коэффициенты расчетной длины по СП 16.13330.2017 с изменением №1

**Сечение**



Профиль: Стальные гнутые замкнутые сварные квадратные профили по ГОСТ 30245-2012 100x5

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 7.1.1	Прочность элемента	0.12	L1+1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4
п. 7.1.3	Устойчивость элемента в плоскости фермы	0.16	L1+1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4
п. 7.1.3	Устойчивость элемента из	0.16	L1+1.25*L2+1.4*L3

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	Лист	Кол.уч	ГИП	Лист
					44

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
	плоскости фермы		+1.05*L4
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	0.33	1.25*L2+1.05*L4
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	0.33	1.25*L2+1.05*L4
п. 10.4.1	Предельная гибкость из плоскости фермы	0.47	1.25*L2+1.05*L4
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости фермы	0.47	1.25*L2+1.05*L4

#### Коэффициент использования 0.47 - Предельная гибкость из плоскости фермы

Экстремальные значения факторов. Группа Ферма. Опорные раскосы							
Проверка	Фактор	Минимум			Максимум		
		Элемент	Значение	Комбинация	Элемент	Значение	Комбинация
п. 7.1.1	Прочность элемента	83	0.09	L1+1.25*L2+1.05*L4~Сечение 3	28	0.27	L1+1.25*L2+1.05*L4~Сечение 3
п. 7.1.3	Устойчивость элемента в плоскости фермы	83	0.11	L1+1.25*L2+1.05*L4~Сечение 3	24	0.31	L1+1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1
п. 7.1.3	Устойчивость элемента из плоскости фермы	83	0.11	L1+1.25*L2+1.05*L4~Сечение 3	24	0.31	L1+1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	32	0.33	1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1	77	0.34	1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	32	0.33	1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1	77	0.34	1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1
п. 10.4.1	Предельная гибкость из плоскости фермы	21	0.29	0.8*L1+1.125*L2+0.945*L4-L6~Сечение 1	32	0.47	1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости фермы	21	0.29	0.8*L1+1.125*L2+0.945*L4-L6~Сечение 1	32	0.47	1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1

Име. № подл.	
Подп. И дата	
Взам. инв. №	

Изм.	Лист	Лист	Кол.уч	ГИП
------	------	------	--------	-----

Лист


45

## Конструктивная группа Ферма. Раскосы

### Конструктивная группа Ферма. Раскосы . Элемент № 33

Сталь: С345

Длина элемента 2.43 м

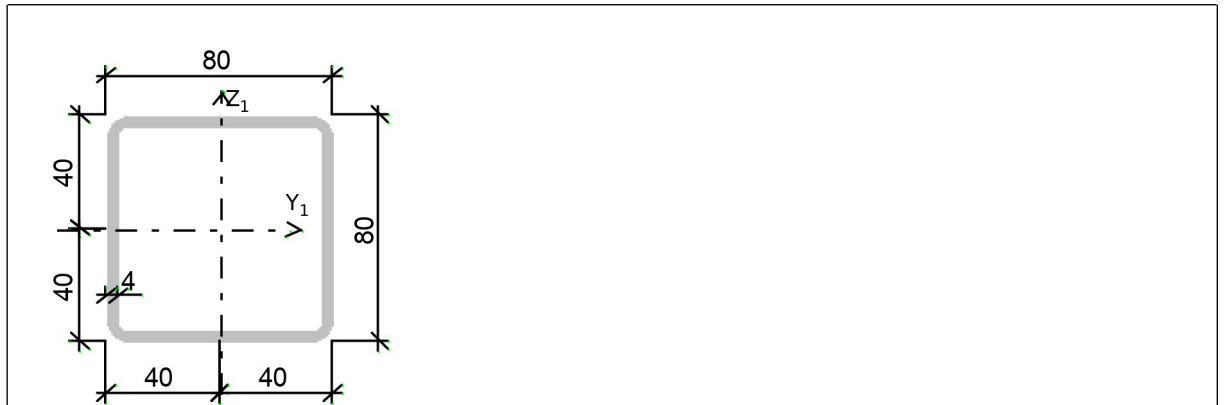
Количество закреплений сжатого пояса в пролете	Вид нагрузки в пролете	Эпюра М	Пояс, к которому приложена нагрузка
Без закреплений	Равномерно распределенная		Сжатый

Коэффициент надежности по ответственности 1

Дополнительные коэффициенты условий работы	
Расчет на прочность при сейсмике	0
Расчет на устойчивость при сейсмике	0
При особых (не сейсмических) воздействиях	1
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

Коэффициенты расчетной длины по СП 16.13330.2017 с изменением №1

#### Сечение



Профиль: Стальные гнутые замкнутые сварные квадратные профили по ГОСТ 30245-2012 80x4

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 7.1.1	Прочность элемента	0.01	L1+1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4
п. 7.1.3	Устойчивость элемента в плоскости фермы	0.01	L1+1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4
п. 7.1.3	Устойчивость элемента из плоскости фермы	0.01	L1+1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8,	Предельная гибкость стенки	0.33	1.25*L2+1.05*L4

Изм. № подл.	Подп. И дата	Взам. инв. №					Лист
							46
Изм.	Лист	Лист	Кол.уч	Изм.	№ док.	ГИП	


Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	из условия местной устойчивости		
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	0.33	1.25*L2+1.05*L4
п. 10.4.1	Предельная гибкость из плоскости фермы	0.44	1.25*L2+1.05*L4
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости фермы	0.35	1.25*L2+1.05*L4

**Коэффициент использования 0.44 - Предельная гибкость из плоскости фермы**

**Конструктивная группа Ферма. Раскосы . Элемент № 82**

**Сталь: С345**

Длина элемента 2.68 м

Количество закреплений сжатого пояса в пролете	Вид нагрузки в пролете	Эпюра М	Пояс, к которому приложена нагрузка
Без закреплений	Равномерно распределенная		Сжатый

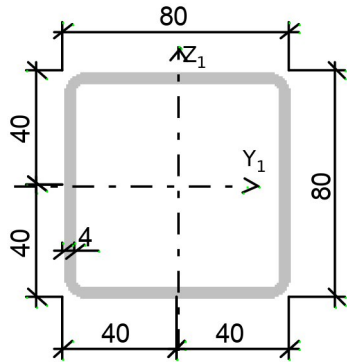
Коэффициент надежности по ответственности 1

Дополнительные коэффициенты условий работы	
Расчет на прочность при сейсмике	0
Расчет на устойчивость при сейсмике	0
При особых (не сейсмических) воздействиях	1
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

Коэффициенты расчетной длины по СП 16.13330.2017 с изменением №1

**Сечение**

Име. № подл.	Подп. И дата	Взам. инв. №					Лист
							47
Изм.	Лист	Лист	Кол.уч	Изм.	№ док.	ГИП	



Профиль: Стальные гнутые замкнутые сварные квадратные профили по ГОСТ 30245-2012 80x4

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 7.1.1	Прочность элемента	0.01	L1+1.25*L2+1.05*L4
п. 10.4.1	Предельная гибкость из плоскости фермы	0.25	0.8*L1+1.125*L2+0.945*L4+L6
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости фермы	0.2	0.8*L1+1.125*L2+0.945*L4+L6

**Коэффициент использования 0.25 - Предельная гибкость из плоскости фермы**

Экстремальные значения факторов. Группа Ферма. Раскосы							
Проверка	Фактор	Минимум			Максимум		
		Элемент	Значение	Комбинация	Элемент	Значение	Комбинация
п. 7.1.1	Прочность элемента	81	4.67e-003	L1+1.25*L2+1.05*L4~Сечение 3	26	0.02	L1+1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4~Сечение 3
п. 7.1.3	Устойчивость элемента в плоскости фермы	81	0.01	L1+1.25*L2+1.05*L4~Сечение 3	25	0.01	L1+1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4~Сечение 3
п. 7.1.3	Устойчивость элемента из плоскости фермы	81	0.01	L1+1.25*L2+1.05*L4~Сечение 3	25	0.01	L1+1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4~Сечение 3
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	4	0.33	L1+1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1	4	0.33	L1+1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия	4	0.33	L1+1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1	4	0.33	L1+1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1

Взам. инв. №	
Подп. И дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	Лист	Кол.уч	ГИП	Лист
					48


Экстремальные значения факторов. Группа Ферма. Раскосы							
Проверка	Фактор	Минимум			Максимум		
		Элемент	Значение	Комбинация	Элемент	Значение	Комбинация
	местной устойчивости						
п. 10.4.1	Предельная гибкость из плоскости фермы	82	0.25	0.8*L1+1.125*L2+0.945*L4+L6~Сечение 1	75	0.44	L1+1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости фермы	82	0.2	0.8*L1+1.125*L2+0.945*L4+L6~Сечение 1	75	0.35	L1+1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1

**Конструктивная группа Подстр ферма. Верхний пояс**

**Конструктивная группа Подстр ферма. Верхний пояс . Элемент № 164**

**Сталь:** С345

Длина элемента 6 м

Количество закреплений сжатого пояса в пролете	Вид нагрузки в пролете	Эпюра М	Пояс, к которому приложена нагрузка
Без закреплений	Равномерно распределенная		Сжатый

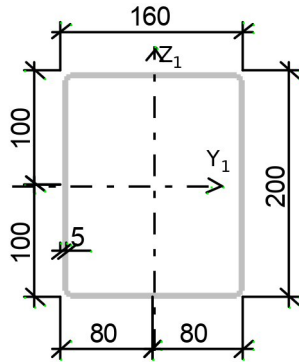
Коэффициент надежности по ответственности 1

Дополнительные коэффициенты условий работы	
Расчет на прочность при сейсмике	0
Расчет на устойчивость при сейсмике	0
При особых (не сейсмических) воздействиях	1
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

Коэффициенты расчетной длины по СП 16.13330.2017 с изменением №1

**Сечение**

Име. № подл.	Подп. И дата	Взам. инв. №					Лист
Изм.	Лист	Лист	Кол.уч	Изм.	№ док.	ГИП	
							49



Профиль: Стальные гнутые замкнутые сварные прямоугольные профили по ГОСТ 30245-2012 200x160x5

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 7.1.1	Прочность элемента	0.07	L1+1.25*L2+1.05*L4
п. 7.1.3	Устойчивость элемента в плоскости фермы	0.11	L1+1.25*L2+1.05*L4
п. 7.1.3	Устойчивость элемента из плоскости фермы	0.07	L1+1.25*L2+1.05*L4
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	0.73	1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	0.57	1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости фермы	0.52	1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4

**Коэффициент использования 0.73 - Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости**

Экстремальные значения факторов. Группа Подстр ферма. Верхний пояс							
Проверка	Фактор	Минимум			Максимум		
		Элемент	Значение	Комбинация	Элемент	Значение	Комбинация
п. 7.1.1	Прочность элемента	165	0.07	L1+1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1	171	0.08	L1+1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1
п. 7.1.3	Устойчивость элемента в плоскости фермы	165	0.1	L1+1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1	171	0.11	L1+1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1
п. 7.1.3	Устойчивость элемента из плоскости фермы	165	0.07	L1+1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1	171	0.08	L1+1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1

Взам. инв. №	
Подп. И дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	Лист	Кол.уч	Изм.	№ док.	Лист
						50
ГИП						


Экстремальные значения факторов. Группа Подстр ферма. Верхний пояс							
Проверка	Фактор	Минимум			Максимум		
		Элемент	Значение	Комбинация	Элемент	Значение	Комбинация
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	164	0.73	1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4~Сечение 1	164	0.73	1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4~Сечение 1
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	164	0.57	1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4~Сечение 1	164	0.57	1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4~Сечение 1
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости фермы	170	0.52	1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4~Сечение 1	273	0.52	1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4~Сечение 1

**Конструктивная группа Подстр. ферма. Подкосы**

**Конструктивная группа Подстр. ферма. Подкосы . Элемент № 50**

**Сталь:** С345

Длина элемента 6.36 м

Количество закреплений сжатого пояса в пролете	Вид нагрузки в пролете	Эпюра М	Пояс, к которому приложена нагрузка
Без закреплений	Равномерно распределенная		Сжатый

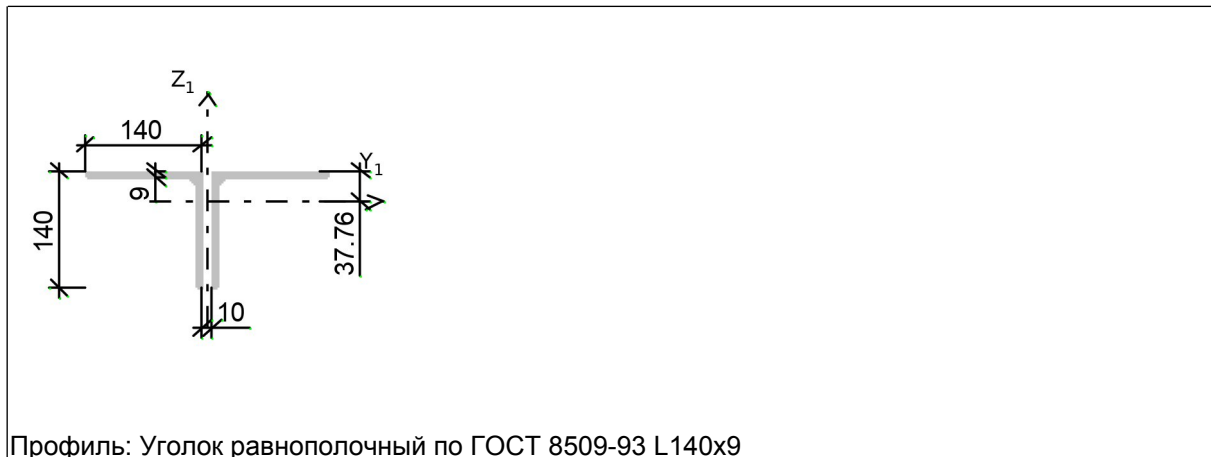
Коэффициент надежности по ответственности 1

Дополнительные коэффициенты условий работы	
Расчет на прочность при сейсмике	0
Расчет на устойчивость при сейсмике	0
При особых (не сейсмических) воздействиях	1
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

Коэффициенты расчетной длины по СП 16.13330.2017 с изменением №1

**Сечение**

Изм. № подл.	Подп. И дата	Взам. инв. №					Лист
							51
Изм.	Лист	Лист	Кол.уч	Изм.	№ док.	ГИП	



Профиль: Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L140x9

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 7.1.1	Прочность элемента	0.09	L1+1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости фермы	0.59	0.8*L1+1.125*L2+0.945*L4-L6

**Коэффициент использования 0.59 - Предельная гибкость в плоскости фермы**

**Конструктивная группа Подстр. ферма. Подкосы . Элемент № 56**

**Сталь: С345**

Длина элемента 6.36 м

Количество закреплений сжатого пояса в пролете	Вид нагрузки в пролете	Эпюра М	Пояс, к которому приложена нагрузка
Без закреплений	Равномерно распределенная		Сжатый

Коэффициент надежности по ответственности 1

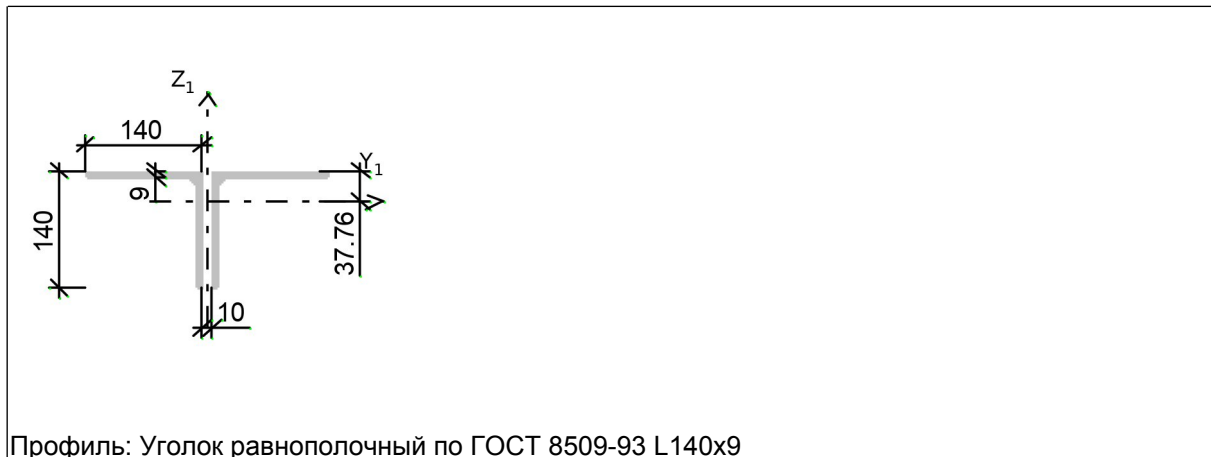
Дополнительные коэффициенты условий работы	
Расчет на прочность при сейсмике	0
Расчет на устойчивость при сейсмике	0
При особых (не сейсмических) воздействиях	1
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

Коэффициенты расчетной длины по СП 16.13330.2017 с изменением №1

**Сечение**

Име. № подл.	Подп. И дата	Взам. инв. №

Изм.	Лист	Лист	Кол.уч	Изм.	№ док.	Лист
						52
ГИП						



Профиль: Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L140x9

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 7.1.1	Прочность элемента	0.08	L1+1.25*L2+1.05*L4
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости фермы	0.59	0.8*L1+1.125*L2+0.945*L4+L6

**Коэффициент использования 0.59 - Предельная гибкость в плоскости фермы**

Экстремальные значения факторов. Группа Подстр. ферма. Подкосы							
Проверка	Фактор	Минимум			Максимум		
		Элемент	Значение	Комбинация	Элемент	Значение	Комбинация
п. 7.1.1	Прочность элемента	59	0.08	L1+1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4~Сечение 1	45	0.09	L1+1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4~Сечение 3
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости фермы	50	0.59	0.8*L1+1.125*L2+0.945*L4~Сечение 1	56	0.59	0.8*L1+1.125*L2+0.945*L4+L6~Сечение 1

**Конструктивная группа Подстр. ферма. Стойки**

**Конструктивная группа Подстр. ферма. Стойки . Элемент № 37**

Сталь: С345

Длина элемента 2.1 м

Количество закреплений сжатого пояса в пролете	Вид нагрузки в пролете	Эпюра М	Пояс, к которому приложена нагрузка
Без закреплений	Равномерно распределенная		Сжатый

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

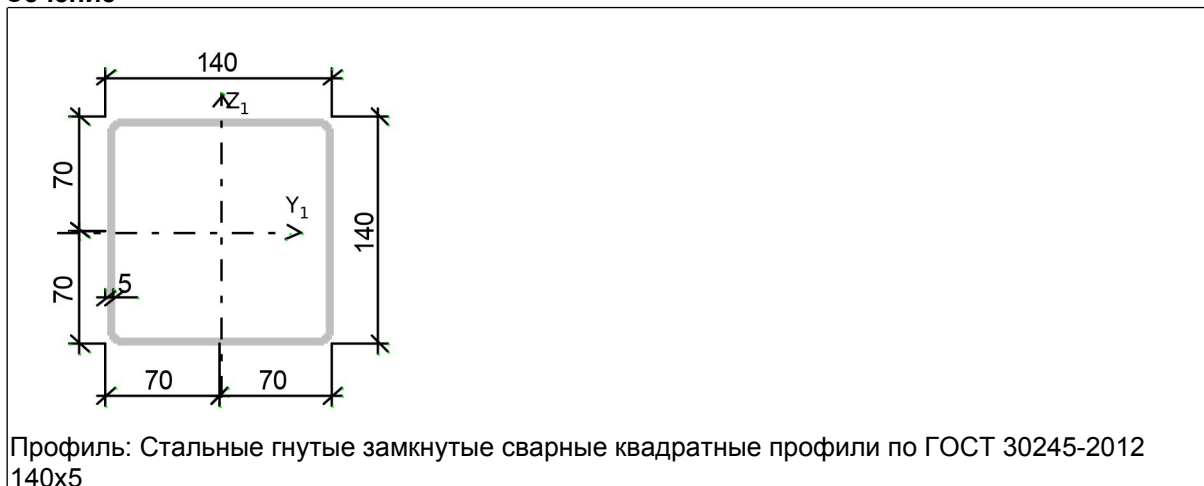
Изм.	Лист	Лист	Кол.уч	ГИП	Лист
					53

Коэффициент надежности по ответственности 1

Дополнительные коэффициенты условий работы	
Расчет на прочность при сейсмике	0
Расчет на устойчивость при сейсмике	0
При особых (не сейсмических) воздействиях	1
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

Коэффициенты расчетной длины по СП 16.13330.2017 с изменением №1

**Сечение**



Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 7.1.1	Прочность элемента	0.1	L1+1.25*L2+1.05*L4
п. 7.1.3	Устойчивость элемента в плоскости фермы	0.1	L1+1.25*L2+1.05*L4
п. 7.1.3	Устойчивость элемента из плоскости фермы	0.11	L1+1.25*L2+1.05*L4
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	0.59	L1+1.25*L2+1.05*L4
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	0.59	L1+1.25*L2+1.05*L4
п. 10.4.1	Предельная гибкость из плоскости фермы	0.21	L1+1.25*L2+1.05*L4
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости фермы	0.17	L1+1.25*L2+1.05*L4

**Коэффициент использования 0.59 - Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости**


Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

										Лист
			Изм.	№ док.						54
Изм.	Лист	Лист	Кол.уч		ГИП					

### Конструктивная группа Подстр. ферма. Стойки . Элемент № 49

Сталь: С345

Длина элемента 2.1 м

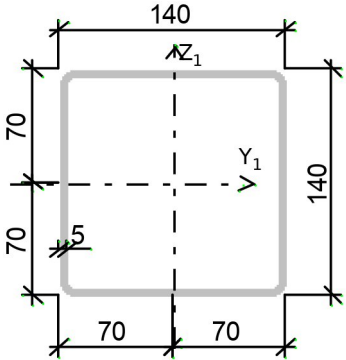
Количество закреплений сжатого пояса в пролете	Вид нагрузки в пролете	Эпюра М	Пояс, к которому приложена нагрузка
Без закреплений	Равномерно распределенная		Сжатый

Коэффициент надежности по ответственности 1

Дополнительные коэффициенты условий работы	
Расчет на прочность при сейсмике	0
Расчет на устойчивость при сейсмике	0
При особых (не сейсмических) воздействиях	1
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

Коэффициенты расчетной длины по СП 16.13330.2017 с изменением №1

#### Сечение



Профиль: Стальные гнутые замкнутые сварные квадратные профили по ГОСТ 30245-2012 140x5

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 7.1.1	Прочность элемента	0.11	L1+1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4
п. 7.1.3	Устойчивость элемента в плоскости фермы	0.12	L1+1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4
п. 7.1.3	Устойчивость элемента из плоскости фермы	0.12	L1+1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной	0.59	1.25*L2+1.05*L4

Взам. инв. №	
Подп. И дата	
Инв. № подл.	

										Лист
			Изм.	№ док.						55
Изм.	Лист	Лист	Кол.уч		ГИП					

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
	устойчивости		
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	0.59	1.25*L2+1.05*L4
п. 10.4.1	Предельная гибкость из плоскости фермы	0.21	1.25*L2+1.05*L4
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости фермы	0.17	1.25*L2+1.05*L4

**Коэффициент использования 0.59 - Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости**

Экстремальные значения факторов. Группа Подстр. ферма. Стойки							
Проверка	Фактор	Минимум			Максимум		
		Элемент	Значение	Комбинация	Элемент	Значение	Комбинация
п. 7.1.1	Прочность элемента	58	0.1	L1+1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4~Сечение 3	43	0.11	L1+1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4~Сечение 3
п. 7.1.3	Устойчивость элемента в плоскости фермы	58	0.1	L1+1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4~Сечение 3	43	0.12	L1+1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4~Сечение 3
п. 7.1.3	Устойчивость элемента из плоскости фермы	58	0.1	L1+1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4~Сечение 3	43	0.12	L1+1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4~Сечение 3
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	40	0.59	1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1	49	0.59	1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	40	0.59	1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1	49	0.59	1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1
п. 10.4.1	Предельная гибкость из плоскости фермы	49	0.21	1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1	40	0.21	1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости фермы	49	0.17	1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1	40	0.17	1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1

**Конструктивная группа Прогоны**

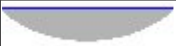
Име. № подл.	Подп. И дата	Взам. инв. №

Изм.	Лист	Лист	Кол.уч	Изм.	№ док.	Лист
						56
ГИП						

## Конструктивная группа Прогоны . Элемент № 89

Сталь: С245

Длина элемента 6 м

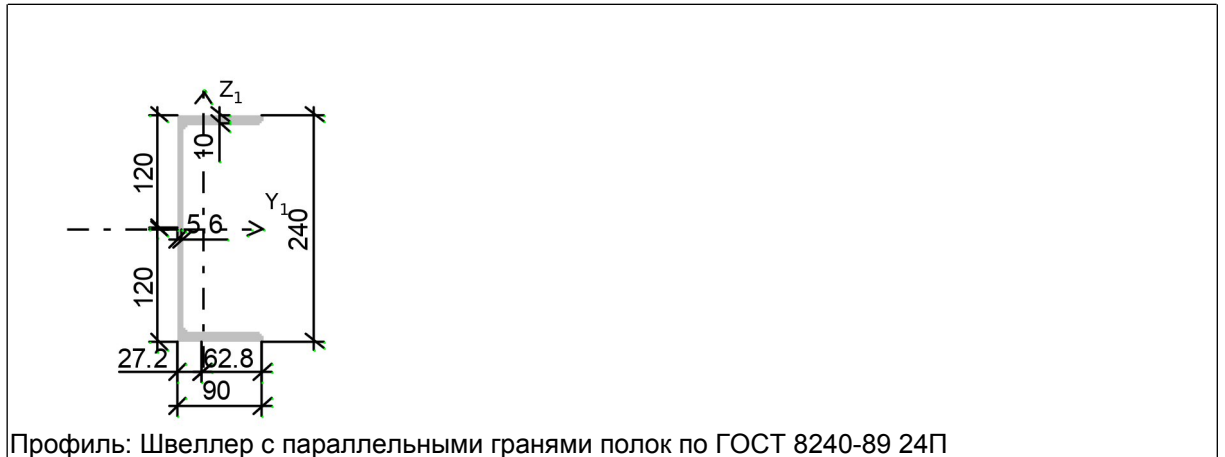
Количество закреплений сжатого пояса в пролете	Вид нагрузки в пролете	Эпюра М	Пояс, к которому приложена нагрузка
Без закреплений	Равномерно распределенная		Сжатый

Коэффициент надежности по ответственности 1

Дополнительные коэффициенты условий работы	
Расчет на прочность при сейсмике	0
Расчет на устойчивость при сейсмике	0
При особых (не сейсмических) воздействиях	1
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба 0.2 м

### Сечение



Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы	0.21	L1+1.25*L2+1.05*L4
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента	0.91	1.125*L2+0.945*L4-L6
п. 8.4.1	Устойчивость плоской формы изгиба при действии момента	0.91	1.125*L2+0.945*L4-L6
п. 8.2.1	Прочность по приведенным напряжениям при одновременном действии изгибающего момента и поперечной силы	0.65	1.125*L2+0.945*L4-L6

Взам. инв. №	Подп. И дата	Инв. № подл.
--------------	--------------	--------------

Изм.	Лист	Лист	Кол.уч	Изм.	№ док.	ГИП	Лист
							57

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	0.35	1.125*L2+0.945*L4-L6
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	0.48	1.125*L2+0.945*L4-L6

**Коэффициент использования 0.91 - Прочность при действии изгибающего момента**

Экстремальные значения факторов. Группа Прогоны							
Проверка	Фактор	Минимум			Максимум		
		Элемент	Значение	Комбинация	Элемент	Значение	Комбинация
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы	89	0.21	L1+1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1	89	0.21	L1+1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента	89	0.91	1.125*L2+0.945*L4~Сечение 1	89	0.91	1.125*L2+0.945*L4~Сечение 1
п. 8.4.1	Устойчивость плоской формы изгиба при действии момента	89	0.91	1.125*L2+0.945*L4~Сечение 1	89	0.91	1.125*L2+0.945*L4~Сечение 1
п. 8.2.1	Прочность по приведенным напряжениям при одновременном действии изгибающего момента и поперечной силы	89	0.65	1.125*L2+0.945*L4~Сечение 1	89	0.65	1.125*L2+0.945*L4~Сечение 1
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	89	0.35	1.125*L2+0.945*L4~Сечение 1	89	0.35	1.125*L2+0.945*L4~Сечение 1
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	89	0.48	1.125*L2+0.945*L4~Сечение 1	89	0.48	1.125*L2+0.945*L4~Сечение 1

**Конструктивная группа Вертикальные связи**

**Конструктивная группа Вертикальные связи . Элемент № 88**

Сталь: С255

Взам. инв. №	
Подп. И дата	
Инв. № подл.	


											Лист
			Изм.	№ док.							58
Изм.	Лист	Лист	Кол.уч		ГИП						

Длина элемента 4.61 м

Предельная гибкость для сжатых элементов: 200

Предельная гибкость для растянутых элементов: 400

Коэффициент условий работы 1

Количество закреплений сжатого пояса в пролете	Вид нагрузки в пролете	Эпюра М	Пояс, к которому приложена нагрузка
Без закреплений	Равномерно распределенная		Сжатый

Коэффициент надежности по ответственности 1

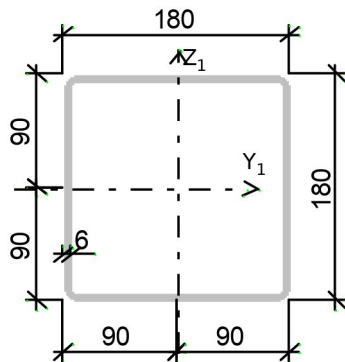
Дополнительные коэффициенты условий работы	
Расчет на прочность при сейсмике	0
Расчет на устойчивость при сейсмике	0
При особых (не сейсмических) воздействиях	1
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

Расчетная длина в плоскости  $X_1OZ_1$  0 м

Расчетная длина в плоскости  $X_1OY_1$  0 м

Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба 4.61 м

#### Сечение



Профиль: Стальные гнутые замкнутые сварные квадратные профили по ГОСТ 30245-2012 180x6

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента $M_y$	0.01	1.25*L2+1.05*L4
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы $Q_z$	$1.98 \cdot 10^{-003}$	1.25*L2+1.05*L4

Изм. № подл.	Подп. И дата	Взам. инв. №					Лист
Изм.	Лист	Лист	Кол.уч	Изм.	№ док.	ГИП	
							59

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов с учетом пластики	0.01	1.25*L2+1.05*L4
п. 7.1.1	Прочность при центральном сжатии/растяжении	1.95*10 <sup>-003</sup>	1.25*L2+1.05*L4
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOY	0.16	1.25*L2+1.05*L4
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0.16	1.25*L2+1.05*L4
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	0.19	1.25*L2+1.05*L4

**Коэффициент использования 0.19 - Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости**


**Конструктивная группа Вертикальные связи . Элемент № 276**

**Сталь: C255**

Длина элемента 4.61 м

Предельная гибкость для сжатых элементов: 200  
Предельная гибкость для растянутых элементов: 400

Коэффициент условий работы 1

Количество закреплений сжатого пояса в пролете	Вид нагрузки в пролете	Эпюра M	Пояс, к которому приложена нагрузка
Без закреплений	Равномерно распределенная		Сжатый

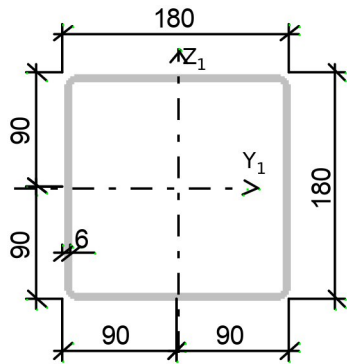
Коэффициент надежности по ответственности 1

Дополнительные коэффициенты условий работы	
Расчет на прочность при сейсмике	0
Расчет на устойчивость при сейсмике	0
При особых (не сейсмических) воздействиях	1
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

Расчетная длина в плоскости  $X_1OZ_1$  0 м  
Расчетная длина в плоскости  $X_1OY_1$  0 м  
Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба 4.61 м

**Сечение**

Взам. инв. №	Подп. И дата	Ине. № подл.					Лист
			Изм.	№ док.			
Изм.	Лист	Лист	Кол.уч		ГИП	60	



Профиль: Стальные гнутые замкнутые сварные квадратные профили по ГОСТ 30245-2012 180x6

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента $M_y$	0.01	L1+1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента $M_z$	0.03	L1+1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы $Q_y$	$6.61 \cdot 10^{-004}$	L1+1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы $Q_z$	$2.43 \cdot 10^{-003}$	L1+1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4
п. 9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов с учетом пластики	0.04	L1+1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOY	0.16	L1+1.25*L2+1.05*L4
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0.16	L1+1.25*L2+1.05*L4
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	0.36	L1+1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	0.68	1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4

**Коэффициент использования 0.68 - Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости**

Экстремальные значения факторов. Группа Вертикальные связи							
Проверка	Фактор	Минимум			Максимум		
		Элемент	Значение	Комбинация	Элемент	Значение	Комбинация
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента $M_y$	277	0.01	1.25*L2+1.05*L4~Сечение 3	199	0.03	L1+1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4~Сечен

Взам. инв. №						Лист
Подп. И дата						61
Инв. № подл.						Лист
	Изм.	№ док.				Лист
Изм.	Лист	Лист	Кол.уч	ГИП		

Экстремальные значения факторов. Группа Вертикальные связи							
Проверка	Фактор	Минимум			Максимум		
		Элемент	Значение	Комбинация	Элемент	Значение	Комбинация
							ие 1
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента $M_z$	194	0.01	1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4~Сечение 3	278	0.03	L1+1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4~Сечение 1
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы $Q_y$	194	5.5e-004	1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4~Сечение 1	195	9.5e-004	L1+1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4~Сечение 1
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы $Q_z$	85	1.98e-003	1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1	199	0.01	L1+1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4~Сечение 1
п. 9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов с учетом пластики	88	0.01	1.25*L2+1.05*L4~Сечение 2	281	0.04	L1+1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4~Сечение 3
п. 9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	279	0.03	L1+1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4~Сечение 3	278	0.06	L1+1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4~Сечение 1
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOY (XOU)	279	0.01	L1+1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4~Сечение 1	197	0.02	L1+1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4~Сечение 3
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOZ (XOV)	279	0.01	L1+1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4~Сечение 1	197	0.02	L1+1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4~Сечение 3
пп. 9.2.2, 9.2.10	Устойчивость в плоскости действия момента $M_u$ при внецентренном сжатии	194	0.03	1.125*L2+0.945*L4~Сечение 3	194	0.03	1.125*L2+0.945*L4~Сечение 3
пп. 9.2.9, 9.2.10, 9.3.1, 9.3.2	Устойчивость при сжатии с изгибом в двух плоскостях	279	0.03	L1+1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4~Сечение 3	197	0.06	L1+1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4~Сечение 3
пп. 9.2.4, 9.2.5, 9.2.8,	Устойчивость из плоскости действия	194	0.03	1.125*L2+0.945*L4	194	0.03	1.125*L2+0.945*L4

Име. № подл.	Подп. И дата	Взам. инв. №

Изм.	Лист	Лист	Кол.уч	Изм.	№ док.	Лист
						62
ГИП						

Экстремальные значения факторов. Группа Вертикальные связи							
Проверка	Фактор	Минимум			Максимум		
		Элемент	Значение	Комбинация	Элемент	Значение	Комбинация
9.2.10	момента $M_u$ при внецентренном сжатии			4-L6~Сечение 3			4-L6~Сечение 3
п. 7.1.1	Прочность при центральном сжатии/растяжении	88	1.95e-003	1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1	86	2.01e-003	1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1
п. 8.4.1	Устойчивость плоской формы изгиба	195	0.02	1.25*L2+1.05*L4~Сечение 3	281	0.05	1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4~Сечение 3
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOY	86	0.16	1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1	199	0.42	1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOZ	86	0.16	1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1	199	0.42	1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	195	0.25	L1+1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1	196	0.49	L1+1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	88	0.19	1.25*L2+1.05*L4~Сечение 2	276	0.68	1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4~Сечение 1

### Конструктивная группа Вертикальные связи по фермам

#### Конструктивная группа Вертикальные связи по фермам . Элемент № 94


Сталь: С255

Длина элемента 3.54 м

Предельная гибкость для сжатых элементов: 200

Предельная гибкость для растянутых элементов: 400

Коэффициент условий работы 1

Количество закреплений сжатого пояса в пролете	Вид нагрузки в пролете	Эпюра M	Пояс, к которому приложена нагрузка
Без закреплений	Равномерно распределенная		Сжатый

Взам. инв. №		Подп. И дата		Изм.	№ док.	Изм.	Лист	Лист	Лист	Кол.уч	ГИП	Лист

Коэффициент надежности по ответственности 1

<b>Дополнительные коэффициенты условий работы</b>	
Расчет на прочность при сейсмике	0
Расчет на устойчивость при сейсмике	0
При особых (не сейсмических) воздействиях	1
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

Расчетная длина в плоскости  $X_1OZ_1$  0 м

Расчетная длина в плоскости  $X_1OY_1$  0 м

Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба 3.54 м

**Сечение**



Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента $M_y$	0.02	L1+1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента $M_z$	0.01	L1+1.25*L2+1.05*L4
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы $Q_y$	$4.88 \cdot 10^{-004}$	L1+1.25*L2+1.05*L4
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы $Q_z$	$3.68 \cdot 10^{-003}$	L1+1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4
п. 9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов с учетом пластики	0.04	L1+1.25*L2+1.05*L4
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOY	0.14	L1+1.25*L2+1.05*L4
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0.14	L1+1.25*L2+1.05*L4

**Коэффициент использования 0.14 - Предельная гибкость в плоскости XOY**

**Конструктивная группа Вертикальные связи по фермам . Элемент № 108**

Изм. № подл.	Подп. И дата	Взам. инв. №

Изм.	Лист	Лист	Кол.уч	ГИП	Лист
					64


Сталь: С255

Длина элемента 3.54 м

Предельная гибкость для сжатых элементов: 200

Предельная гибкость для растянутых элементов: 400

Коэффициент условий работы 1

Количество закреплений сжатого пояса в пролете	Вид нагрузки в пролете	Эпюра М	Пояс, к которому приложена нагрузка
Без закреплений	Равномерно распределенная		Сжатый

Коэффициент надежности по ответственности 1

Дополнительные коэффициенты условий работы	
Расчет на прочность при сейсмике	0
Расчет на устойчивость при сейсмике	0
При особых (не сейсмических) воздействиях	1
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

Расчетная длина в плоскости  $X_1OZ_1$  0 м

Расчетная длина в плоскости  $X_1OY_1$  0 м

Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба 3.54 м

**Сечение**



Профиль: Стальные гнутые замкнутые сварные квадратные профили по ГОСТ 30245-2012 160x5

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента $M_y$	0.03	L1+1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	Лист	Кол.уч	ГИП	Лист
					65

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента $M_z$	$4.98 \cdot 10^{-003}$	L1+1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы $Q_y$	$2.69 \cdot 10^{-004}$	L1+1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы $Q_z$	$3.66 \cdot 10^{-003}$	L1+1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4
п. 9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов с учетом пластики	0.03	L1+1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOY	0.14	L1+1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0.14	L1+1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	0.27	1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	0.59	1.125*L2+0.945*L4+L6

**Коэффициент использования 0.59 - Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости**

Экстремальные значения факторов. Группа Вертикальные связи по фермам							
Проверка	Фактор	Минимум			Максимум		
		Элемент	Значение	Комбинация	Элемент	Значение	Комбинация
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента $M_y$	127	0.01	L1+1.25*L2+1.05*L4~Сечение 2	128	0.03	L1+1.25*L2+1.05*L4~Сечение 3
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента $M_z$	136	$9.18 \cdot 10^{-004}$	1.25*L2+1.05*L4~Сечение 3	118	0.01	L1+1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4~Сечение 3
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы $Q_y$	90	$5.66 \cdot 10^{-005}$	L1+1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1	133	$5.73 \cdot 10^{-004}$	L1+1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4~Сечение 1
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы $Q_z$	130	$2.77 \cdot 10^{-003}$	L1+1.25*L2+1.05*L4~Сечение 3	136	$4.56 \cdot 10^{-003}$	L1+1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1
п. 9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих	90	0.03	L1+1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4~Сечение 1	118	0.05	L1+1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4~Сечение 3

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	Лист	Кол.уч	Изм.	№ док.	Лист
						66
ГИП						

Экстремальные значения факторов. Группа Вертикальные связи по фермам							
Проверка	Фактор	Минимум			Максимум		
		Элемент	Значение	Комбинация	Элемент	Значение	Комбинация
	моментов с учетом пластики						
п. 9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	102	0.04	L1+1.25* L2+1.4*L 3+1.05*L 4~Сечение 1	117	0.07	L1+1.25* L2+1.4*L 3+1.05*L 4~Сечение 2
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатию в плоскости XOY (XOU)	102	0.03	L1+1.25* L2+1.4*L 3+1.05*L 4~Сечение 1	117	0.07	L1+1.25* L2+1.4*L 3+1.05*L 4~Сечение 3
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатию в плоскости XOZ (XOV)	102	0.03	L1+1.25* L2+1.4*L 3+1.05*L 4~Сечение 1	117	0.07	L1+1.25* L2+1.4*L 3+1.05*L 4~Сечение 3
пп. 9.2.9, 9.2.10, 9.3.1, 9.3.2	Устойчивость при сжатию с изгибом в двух плоскостях	102	0.04	L1+1.25* L2+1.4*L 3+1.05*L 4~Сечение 1	117	0.08	L1+1.25* L2+1.4*L 3+1.05*L 4~Сечение 2
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOY	94	0.14	L1+1.25* L2+1.05* L4~Сечение 1	117	0.28	1.25*L2+ 1.05*L4~ Сечение 1
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOZ	94	0.14	L1+1.25* L2+1.05* L4~Сечение 1	117	0.28	1.25*L2+ 1.05*L4~ Сечение 1
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	90	0.27	1.125*L2 +0.945*L 4+L6~Сечение 1	102	0.55	1.25*L2+ 1.05*L4~ Сечение 1
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	105	3.32e-003	1.25*L2+ 1.4*L3+1. 05*L4~Сечение 1	108	0.59	1.125*L2 +0.945*L 4+L6~Сечение 3

**Конструктивная группа Гор связи по верхним поясам ферм**

**Конструктивная группа Гор связи по верхним поясам ферм . Элемент № 265**

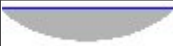
**Сталь: C255**

Длина элемента 3.65 м

Име. № подл.							Лист		
	Изм.	Лист	Лист	Кол.уч	Изм.	№ док.			
Име. № подл.	Подп. И дата	Взам. инв. №							Лист
							67		

Предельная гибкость для сжатых элементов: 180 - 60 ✓  
 Предельная гибкость для растянутых элементов: 400

Коэффициент условий работы 1

Количество закреплений сжатого пояса в пролете	Вид нагрузки в пролете	Эпюра М	Пояс, к которому приложена нагрузка
Без закреплений	Равномерно распределенная		Сжатый

Коэффициент надежности по ответственности 1

Дополнительные коэффициенты условий работы	
Расчет на прочность при сейсмике	0
Расчет на устойчивость при сейсмике	0
При особых (не сейсмических) воздействиях	1
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

Расчетная длина в плоскости  $X_1OZ_1$  0 м  
 Расчетная длина в плоскости  $X_1OY_1$  0 м  
 Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба 3.65 м

**Сечение**



Профиль: Стальные гнутые замкнутые сварные квадратные профили по ГОСТ 30245-2012 100x4

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента $M_y$	0.04	0.8*L1+1.125*L2+0.945*L4-L6
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента $M_z$	0.02	L1+1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы $Q_y$	$9.76 \cdot 10^{-004}$	L1+1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы $Q_z$	$3.9 \cdot 10^{-003}$	L1+1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4

Взам. инв. №	
Подп. И дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	Лист	Кол.уч	ГИП	Лист
					68

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	0.19	L1+1.25*L2+1.05*L4
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOY (XOU)	0.22	L1+1.25*L2+1.05*L4
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOZ (XOV)	0.22	L1+1.25*L2+1.05*L4
пп. 9.2.9, 9.2.10, 9.3.1, 9.3.2	Устойчивость при сжатии с изгибом в двух плоскостях	0.28	0.8*L1+1.125*L2+0.945*L4-L6
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOY	0.63	1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0.63	1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	0.36	1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	0.37	1.125*L2+0.945*L4-L6

**Коэффициент использования 0.63 - Предельная гибкость в плоскости XOY**

**Конструктивная группа Гор связи по верхним поясам ферм . Элемент № 338**

Сталь: С255

Длина элемента 3.52 м

Предельная гибкость для сжатых элементов: 180 - 60 ✓

Предельная гибкость для растянутых элементов: 400

Коэффициент условий работы 1

Количество закреплений сжатого пояса в пролете	Вид нагрузки в пролете	Эпюра M	Пояс, к которому приложена нагрузка
Без закреплений	Равномерно распределенная		Сжатый

Коэффициент надежности по ответственности 1

Дополнительные коэффициенты условий работы	
Расчет на прочность при сейсмике	0
Расчет на устойчивость при сейсмике	0
При особых (не сейсмических) воздействиях	1
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

Взам. инв. №	
Подп. И дата	
Инв. № подл.	

										Лист
			Изм.	№ док.						69
Изм.	Лист	Лист	Кол.уч		ГИП					

Расчетная длина в плоскости  $X_1OZ_1$  0 м  
 Расчетная длина в плоскости  $X_1OY_1$  0 м  
 Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба 3.52 м

**Сечение**



Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента $M_y$	0.03	L1+1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента $M_z$	$2.77 \cdot 10^{-003}$	L1+1.25*L2+1.05*L4
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы $Q_y$	$1.27 \cdot 10^{-004}$	1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы $Q_z$	$4.39 \cdot 10^{-003}$	1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4
п. 9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов с учетом пластики	0.04	L1+1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOY	0.23	L1+1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0.23	L1+1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	0.2	1.25*L2+1.05*L4
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	0.41	1.125*L2+0.945*L4+L6

**Коэффициент использования 0.41 - Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости**

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	Лист	Кол.уч	ГИП	Лист
					70

Экстремальные значения факторов. Группа Гор связи по верхним поясам ферм							
Проверка	Фактор	Минимум			Максимум		
		Элемент	Значение	Комбинация	Элемент	Значение	Комбинация
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента $M_y$	336	0.03	1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4~Сечение 2	263	0.07	1.125*L2+0.945*L4~Сечение 3
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента $M_z$	255	1.42e-003	1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4~Сечение 1	343	0.02	0.8*L1+1.125*L2+0.945*L4~Сечение 3
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы $Q_y$	255	5.6e-005	L1+1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1	343	1.1e-003	0.8*L1+1.125*L2+0.945*L4~Сечение 1
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы $Q_z$	256	3.28e-003	L1+1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1	264	0.01	1.125*L2+0.945*L4~Сечение 1
п. 9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов с учетом пластики	254	0.04	L1+1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4~Сечение 3	343	0.08	1.125*L2+0.945*L4~Сечение 3
п. 9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	259	0.09	L1+1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4~Сечение 3	337	0.21	L1+1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4~Сечение 3
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOY (XOU)	258	0.07	L1+1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4~Сечение 3	337	0.22	L1+1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4~Сечение 3
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOZ (XOV)	258	0.07	L1+1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4~Сечение 3	337	0.22	L1+1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4~Сечение 3
пп. 9.2.9, 9.2.10, 9.3.1, 9.3.2	Устойчивость при сжатии с изгибом в двух плоскостях	258	0.12	L1+1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4~Сечение 1	264	0.31	0.8*L1+1.125*L2+0.945*L4~Сечение 1
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOY	255	0.23	L1+1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4~Сечение 1	265	0.63	1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4~Сечение 1

Взам. инв. №	
Подп. И дата	
Инв. № подл.	

									Лист
			Изм.	№ док.					71
Изм.	Лист	Лист	Кол.уч		ГИП				

Экстремальные значения факторов. Группа Гор связи по верхним поясам ферм							
Проверка	Фактор	Минимум			Максимум		
		Элемент	Значение	Комбинация	Элемент	Значение	Комбинация
				ие 1			
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOZ	255	0.23	L1+1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4~Сечение 1	265	0.63	1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4~Сечение 1
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	254	0.2	1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1	250	0.36	1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4~Сечение 2
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	336	0.37	1.25*L2+1.05*L4~Сечение 2	343	0.51	1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4~Сечение 2

### Конструктивная группа Гор связи по нижним поясам ферм

#### Конструктивная группа Гор связи по нижним поясам ферм . Элемент № 228


Сталь: С255

Длина элемента 3.47 м

Предельная гибкость для сжатых элементов: 200

Предельная гибкость для растянутых элементов: 400

Коэффициент условий работы 1

Количество закреплений сжатого пояса в пролете	Вид нагрузки в пролете	Эпюра М	Пояс, к которому приложена нагрузка
Без закреплений	Равномерно распределенная		Сжатый

Коэффициент надежности по ответственности 1

Дополнительные коэффициенты условий работы	
Расчет на прочность при сейсмике	0
Расчет на устойчивость при сейсмике	0
При особых (не сейсмических) воздействиях	1
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

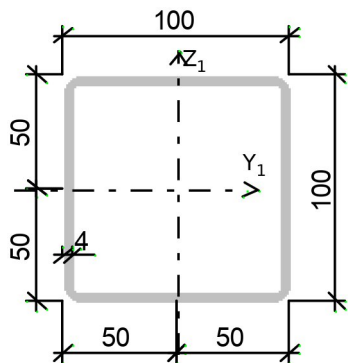
Расчетная длина в плоскости  $X_1OZ_1$  0 м

Расчетная длина в плоскости  $X_1OY_1$  0 м

Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба 3.47 м

Взам. инв. №		Подп. И дата		Изм.	№ док.	Лист	72
	Изм.						

**Сечение**



Профиль: Стальные гнутые замкнутые сварные квадратные профили по ГОСТ 30245-2012 100x4

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента $M_y$	0.03	1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента $M_z$	$1.69 \cdot 10^{-003}$	1.25*L2+1.05*L4
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы $Q_y$	$1.04 \cdot 10^{-004}$	1.25*L2+1.05*L4
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы $Q_z$	$4.49 \cdot 10^{-003}$	L1+1.25*L2+1.05*L4
п. 9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов с учетом пластики	0.04	L1+1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOY	0.22	L1+1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0.22	L1+1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	0.2	1.25*L2+1.05*L4
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	0.38	1.125*L2+0.945*L4-L6

**Коэффициент использования 0.38 - Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости**

**Конструктивная группа Гор связи по нижним поясам ферм . Элемент № 237**

**Сталь: С255**


Длина элемента 3.47 м

Взам. инв. №	
Подп. И дата	
Инв. № подл.	

										Лист
			Изм.	№ док.						73
Изм.	Лист	Лист	Кол.уч		ГИП					

Предельная гибкость для сжатых элементов: 200  
 Предельная гибкость для растянутых элементов: 400

Коэффициент условий работы 1

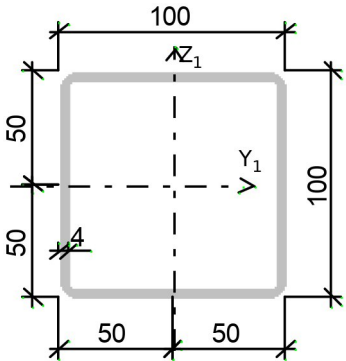
Количество закреплений сжатого пояса в пролете	Вид нагрузки в пролете	Эпюра М	Пояс, к которому приложена нагрузка
Без закреплений	Равномерно распределенная		Сжатый

Коэффициент надежности по ответственности 1

Дополнительные коэффициенты условий работы	
Расчет на прочность при сейсмике	0
Расчет на устойчивость при сейсмике	0
При особых (не сейсмических) воздействиях	1
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

Расчетная длина в плоскости  $X_1OZ_1$  0 м  
 Расчетная длина в плоскости  $X_1OY_1$  0 м  
 Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба 3.47 м

**Сечение**



Профиль: Стальные гнутые замкнутые сварные квадратные профили по ГОСТ 30245-2012 100x4

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента $M_y$	0.04	$1.25 \cdot L_2 + 1.4 \cdot L_3 + 1.05 \cdot L_4$
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента $M_z$	0.02	$L_1 + 1.25 \cdot L_2 + 1.4 \cdot L_3 + 1.05 \cdot L_4$
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы $Q_y$	$1.15 \cdot 10^{-003}$	$L_1 + 1.25 \cdot L_2 + 1.4 \cdot L_3 + 1.05 \cdot L_4$
п. 8.2.1	Прочность при действии	$4.68 \cdot 10^{-003}$	$L_1 + 1.25 \cdot L_2 + 1.4 \cdot L_3$

Взам. инв. №	
Подп. И дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	Лист	Кол.уч	ГИП	Лист
					74

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
	поперечной силы Qz		+1.05*L4
п. 9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов с учетом пластики	0.05	L1+1.25*L2+1.05*L4
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOY	0.22	L1+1.25*L2+1.05*L4
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0.22	L1+1.25*L2+1.05*L4
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	0.2	L1+1.25*L2+1.05*L4
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	0.5	1.25*L2+1.05*L4

**Коэффициент использования 0.5 - Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости**

Экстремальные значения факторов. Группа Гор связи по нижним поясам ферм							
Проверка	Фактор	Минимум			Максимум		
		Элемент	Значение	Комбинация	Элемент	Значение	Комбинация
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента Mu	228	0.03	1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4~Сечение 1	328	0.04	L1+1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента Mz	243	1.27e-003	L1+1.25*L2+1.05*L4~Сечение 3	330	0.02	L1+1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4~Сечение 3
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы Qu	232	6.99e-005	1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4~Сечение 1	330	1.16e-003	L1+1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4~Сечение 1
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы Qz	245	4.46e-003	1.25*L2+1.05*L4~Сечение 3	231	4.93e-003	L1+1.25*L2+1.05*L4~Сечение 3
п. 9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов с учетом пластики	236	0.04	L1+1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1	231	0.06	L1+1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4~Сечение 3
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOY	334	0.22	L1+1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1	231	0.22	L1+1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4~Сечение 1

Взам. инв. №					
Подп. И дата					
Инв. № подл.					
Изм.	№ док.				
Изм.	Лист	Лист	Кол.уч	ГИП	Лист
					75

Экстремальные значения факторов. Группа Гор связи по нижним поясам ферм							
Проверка	Фактор	Минимум			Максимум		
		Элемент	Значение	Комбинация	Элемент	Значение	Комбинация
							ие 1
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOZ	334	0.22	L1+1.25* L2+1.05* L4~Сечение 1	231	0.22	L1+1.25* L2+1.4*L 3+1.05*L 4~Сечение 1
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	226	0.2	1.25*L2+ 1.4*L3+1.05*L4~Сечение 1	226	0.2	1.25*L2+ 1.4*L3+1.05*L4~Сечение 1
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	228	0.38	1.125*L2+0.945*L4~Сечение 1	237	0.5	1.25*L2+1.05*L4~Сечение 3

### Конструктивная группа Распорки

#### Конструктивная группа Распорки. Элемент № 201


Сталь: С255

Длина элемента 3 м

Предельная гибкость для сжатых элементов: 200

Предельная гибкость для растянутых элементов: 400

Коэффициент условий работы 1

Количество закреплений сжатого пояса в пролете	Вид нагрузки в пролете	Эпюра М	Пояс, к которому приложена нагрузка
Без закреплений	Равномерно распределенная		Сжатый

Коэффициент надежности по ответственности 1

Дополнительные коэффициенты условий работы	
Расчет на прочность при сейсмике	0
Расчет на устойчивость при сейсмике	0
При особых (не сейсмических) воздействиях	1
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

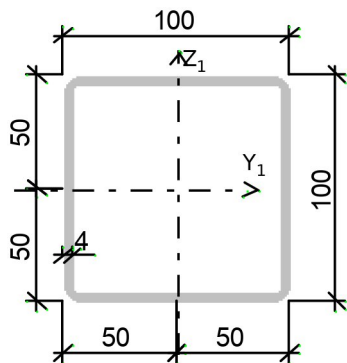
Расчетная длина в плоскости  $X_1OZ_1$  0 м

Расчетная длина в плоскости  $X_1OY_1$  0 м

Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба 3 м

Взам. инв. №		Подп. И дата		Изм.	№ док.	Лист
Ине. № подл.		Изм.	Лист	Лист	Кол.уч	ГИП
						76

**Сечение**



Профиль: Стальные гнутые замкнутые сварные квадратные профили по ГОСТ 30245-2012 100x4

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента $M_y$	0.01	L1+1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента $M_z$	0.01	L1+1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы $Q_y$	$7.17 \cdot 10^{-004}$	L1+1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы $Q_z$	$2.32 \cdot 10^{-003}$	L1+1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4
п. 9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов с учетом пластики	0.02	L1+1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOY	0.19	L1+1.25*L2+1.05*L4
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0.19	L1+1.25*L2+1.05*L4
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	0.27	L1+1.25*L2+1.05*L4
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	0.5	1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4

**Коэффициент использования 0.5 - Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости**

**Конструктивная группа Распорки. Элемент № 210**

Сталь: С255


Длина элемента 3 м

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

										Лист
			Изм.	№ док.						77
Изм.	Лист	Лист	Кол.уч		ГИП					

Предельная гибкость для сжатых элементов: 200  
 Предельная гибкость для растянутых элементов: 400

Коэффициент условий работы 1

Количество закреплений сжатого пояса в пролете	Вид нагрузки в пролете	Эпюра М	Пояс, к которому приложена нагрузка
Без закреплений	Равномерно распределенная		Сжатый

Коэффициент надежности по ответственности 1

Дополнительные коэффициенты условий работы	
Расчет на прочность при сейсмике	0
Расчет на устойчивость при сейсмике	0
При особых (не сейсмических) воздействиях	1
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

Расчетная длина в плоскости  $X_1OZ_1$  0 м

Расчетная длина в плоскости  $X_1OY_1$  0 м

Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба 3 м

**Сечение**



Профиль: Стальные гнутые замкнутые сварные квадратные профили по ГОСТ 30245-2012 100x4

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента $M_y$	0.02	1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента $M_z$	$2.97 \cdot 10^{-003}$	0.8*L1+1.125*L2+0.945*L4-L6
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы $Q_y$	$1.81 \cdot 10^{-004}$	0.8*L1+1.125*L2+0.945*L4-L6
п. 8.2.1	Прочность при действии	$3.14 \cdot 10^{-003}$	L1+1.25*L2+1.4*L3

Взам. инв. №	
Подп. И дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	Лист	Кол.уч	ГИП	Лист
					78

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
	поперечной силы Qz		+1.05*L4
п. 9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов с учетом пластики	0.05	L1+1.25*L2+1.4*L3 +1.05*L4
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOY	0.19	L1+1.25*L2+1.4*L3 +1.05*L4
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0.19	L1+1.25*L2+1.4*L3 +1.05*L4

**Коэффициент использования 0.19 - Предельная гибкость в плоскости XOY**

Экстремальные значения факторов. Группа Распорки							
Проверка	Фактор	Минимум			Максимум		
		Элемент	Значение	Комбинация	Элемент	Значение	Комбинация
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента Mu	205	0.01	L1+1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4~Сечение 3	203	0.03	L1+1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4~Сечение 3
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента Mz	208	1.5e-003	L1+1.25*L2+1.05*L4~Сечение 3	286	0.01	L1+1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4~Сечение 3
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы Qu	285	3.82e-005	1.125*L2+0.945*L4+L6~Сечение 1	286	1.03e-003	L1+1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы Qz	205	2.3e-003	L1+1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4~Сечение 3	203	3.66e-003	L1+1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4~Сечение 3
п. 9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов с учетом пластики	201	0.02	L1+1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4~Сечение 3	224	0.05	L1+1.25*L2+1.05*L4~Сечение 3
п. 9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	282	0.06	L1+1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1	219	0.16	L1+1.25*L2+1.05*L4~Сечение 3
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOY (XOU)	202	3.49e-004	1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4~Сечение 2	219	0.16	L1+1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1

Взам. инв. №						Лист
Подп. И дата						79
Инв. № подл.						Лист
	Изм.	№ док.				Лист
Изм.	Лист	Лист	Кол.уч	ГИП		

Экстремальные значения факторов. Группа Распорки							
Проверка	Фактор	Минимум			Максимум		
		Элемент	Значение	Комбинация	Элемент	Значение	Комбинация
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOZ (XOV)	202	3.49e-004	1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4~Сечение 2	219	0.16	L1+1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1
пп. 9.2.8, 9.2.10, 9.3.1, 9.3.2	Устойчивость в плоскости действия момента Mz при внецентренном сжатии	202	4.14e-003	1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4~Сечение 3	202	4.14e-003	1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4~Сечение 3
пп. 9.2.9, 9.2.10, 9.3.1, 9.3.2	Устойчивость при сжатии с изгибом в двух плоскостях	282	0.08	L1+1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1	219	0.2	L1+1.25*L2+1.05*L4~Сечение 3
пп. 9.2.4, 9.2.5, 9.2.8, 9.2.10, 9.3.1, 9.3.2	Устойчивость из плоскости действия момента Mz при внецентренном сжатии	202	4.19e-003	1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4~Сечение 3	202	4.19e-003	1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4~Сечение 3
п. 8.4.1	Устойчивость плоской формы изгиба	202	0.01	1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4~Сечение 3	205	0.01	1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4~Сечение 1
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOY	201	0.19	L1+1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1	215	0.39	1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOZ	201	0.19	L1+1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1	215	0.39	1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	218	0.2	1.25*L2+1.05*L4~Сечение 3	216	0.38	1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4~Сечение 1
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	218	0.03	1.25*L2+1.05*L4~Сечение 3	201	0.5	1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4~Сечение 2

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	Лист	Кол.уч	Изм.	№ док.		Лист
						ГИП	80

# Результаты экспертизы стальных конструкций. Блок №2

Расчет выполнен по СП 16.13330.2017 с изменением №1

## Оглавление

1. Конструктивная группа Ферма. Верхний пояс	33
2. Конструктивная группа Ферма. Нижний пояс	36
3. Конструктивная группа Ферма. Опорные раскосы	39
4. Конструктивная группа Ферма. Опорные раскосы 2	41
5. Конструктивная группа Ферма. Раскосы	44
6. Конструктивная группа Вертикальны связи по фермам	46
7. Конструктивная группа Балки покрытия	48
8. Конструктивная группа Прогоны	52
9. Конструктивная группа Вертикальные связи	54
10. Конструктивная группа Гор связи по нижним поясам ферм	58
11. Конструктивная группа Гор связи по верхним поясам ферм	63
12. Конструктивная группа Распорка	67


Изм. № подл.	Подп. И дата	Взам. инв. №					Лист
							81
Изм.	Лист	Лист	Кол.уч	Изм.	№ док.	ГИП	

**Конструктивная группа Ферма. Верхний пояс**

**Конструктивная группа Ферма. Верхний пояс. Элемент № 301**

Сталь: С345

Длина элемента 3.02 м

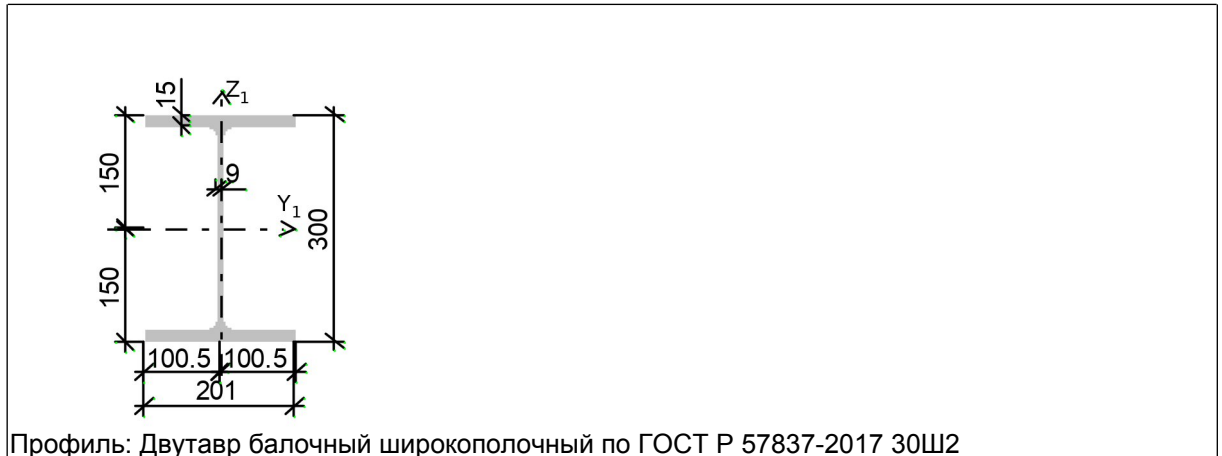
Количество закреплений сжатого пояса в пролете	Вид нагрузки в пролете	Эпюра М	Пояс, к которому приложена нагрузка
Без закреплений	Равномерно распределенная		Сжатый

Коэффициент надежности по ответственности 1

Дополнительные коэффициенты условий работы	
Расчет на прочность при сейсмике	0
Расчет на устойчивость при сейсмике	0
При особых (не сейсмических) воздействиях	1
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

Коэффициенты расчетной длины по СП 16.13330.2017 с изменением №1

**Сечение**



Профиль: Двутавр балочный широкополочный по ГОСТ Р 57837-2017 30Ш2

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 7.1.1	Прочность элемента	0.13	1.4*L1+1.25*L2+1.2*6*L3+1.05*L4
п. 7.1.3	Устойчивость элемента в плоскости фермы	0.14	1.4*L1+1.25*L2+1.2*6*L3+1.05*L4
п. 7.1.3	Устойчивость элемента из плоскости фермы	0.13	1.4*L1+1.25*L2+1.2*6*L3+1.05*L4

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	Лист	Кол.уч	ГИП


Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	0.5	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	0.34	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости фермы	0.16	1.25*L2+1.05*L4

**Коэффициент использования 0.5 - Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости**

**Конструктивная группа Ферма. Верхний пояс. Элемент № 364**

**Сталь: С345**

Длина элемента 3.02 м

Количество закреплений сжатого пояса в пролете	Вид нагрузки в пролете	Эпюра М	Пояс, к которому приложена нагрузка
Без закреплений	Равномерно распределенная		Сжатый

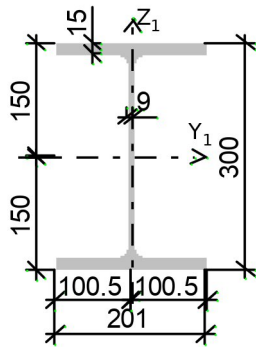
Коэффициент надежности по ответственности 1

Дополнительные коэффициенты условий работы	
Расчет на прочность при сейсмике	0
Расчет на устойчивость при сейсмике	0
При особых (не сейсмических) воздействиях	1
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

Коэффициенты расчетной длины по СП 16.13330.2017 с изменением №1

**Сечение**

Име. № подл.	Подп. И дата	Взам. инв. №					Лист
							83
Изм.	Лист	Лист	Кол.уч	Изм.	№ док.	ГИП	



Профиль: Двутавр балочный широкополочный по ГОСТ Р 57837-2017 30Ш2

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 7.1.1	Прочность элемента	0.1	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4
п. 7.1.3	Устойчивость элемента в плоскости фермы	0.11	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4
п. 7.1.3	Устойчивость элемента из плоскости фермы	0.1	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	0.4	1.25*L2+1.05*L4
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	0.27	1.25*L2+1.05*L4
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости фермы	0.16	1.25*L2+1.05*L4

**Коэффициент использования 0.4 - Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости**

Экстремальные значения факторов. Группа Ферма. Верхний пояс							
Проверка	Фактор	Минимум			Максимум		
		Элемент	Значение	Комбинация	Элемент	Значение	Комбинация
п. 7.1.1	Прочность элемента	384	0.08	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4~Сечение 1	776	0.41	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4~Сечение 1
п. 7.1.3	Устойчивость элемента в плоскости фермы	384	0.08	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4~Сечение 1	776	0.43	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4~Сечение 1
п. 7.1.3	Устойчивость элемента из плоскости фермы	384	0.08	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4~Сечение 1	776	0.41	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4~Сечение 1

Име. № подл.	Подп. И дата	Взам. инв. №

Изм.	Лист	Лист	Кол.уч	Изм.	№ док.	Лист
						84


Экстремальные значения факторов. Группа Ферма. Верхний пояс							
Проверка	Фактор	Минимум			Максимум		
		Элемент	Значение	Комбинация	Элемент	Значение	Комбинация
				05*L4~Сечение 1			05*L4~Сечение 1
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	364	0.4	1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1	301	0.5	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4~Сечение 1
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	364	0.27	1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1	301	0.34	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4~Сечение 1
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости фермы	775	2.29e-003	1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1	313	0.16	1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1

**Конструктивная группа Ферма. Нижний пояс**

**Конструктивная группа Ферма. Нижний пояс . Элемент № 782**

**Сталь:** С345

Длина элемента 3 м

Количество закреплений сжатого пояса в пролете	Вид нагрузки в пролете	Эпюра М	Пояс, к которому приложена нагрузка
Без закреплений	Равномерно распределенная		Сжатый

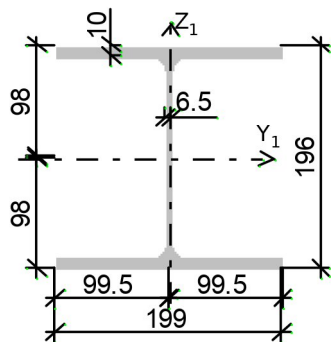
Коэффициент надежности по ответственности 1

Дополнительные коэффициенты условий работы	
Расчет на прочность при сейсмике	0
Расчет на устойчивость при сейсмике	0
При особых (не сейсмических) воздействиях	1
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

Коэффициенты расчетной длины по СП 16.13330.2017 с изменением №1

**Сечение**

Взам. инв. №					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
Изм.	Лист	Лист	Кол.уч	ГИП	Лист
					85



Профиль: Двутавр колонный по ГОСТ Р 57837-2017 20К1

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 7.1.1	Прочность элемента	0.63	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости фермы	0.14	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4-L6

**Коэффициент использования 0.63 - Прочность элемента**

**Конструктивная группа Ферма. Нижний пояс . Элемент № 830**

Сталь: С345

Длина элемента 1.5 м

Количество закреплений сжатого пояса в пролете	Вид нагрузки в пролете	Эпюра М	Пояс, к которому приложена нагрузка
Без закреплений	Равномерно распределенная		Сжатый

Коэффициент надежности по ответственности 1

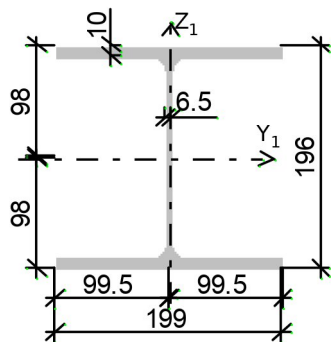
Дополнительные коэффициенты условий работы	
Расчет на прочность при сейсмике	0
Расчет на устойчивость при сейсмике	0
При особых (не сейсмических) воздействиях	1
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

Коэффициенты расчетной длины по СП 16.13330.2017 с изменением №1

**Сечение**

Име. № подл.	Подп. И дата	Взам. инв. №

Изм.	Лист	Лист	Кол.уч	Изм.	№ док.	Лист
						86
ГИП						



Профиль: Двутавр колонный по ГОСТ Р 57837-2017 20К1

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 7.1.1	Прочность элемента	0.23	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости фермы	0.07	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4+L6

**Коэффициент использования 0.23 - Прочность элемента**

Экстремальные значения факторов. Группа Ферма. Нижний пояс							
Проверка	Фактор	Минимум			Максимум		
		Элемент	Значение	Комбинация	Элемент	Значение	Комбинация
п. 7.1.1	Прочность элемента	787	5.4e-006	1.125*L2+0.945*L4~Сечение 1	782	0.63	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4~Сечение 1
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	777	0.37	1.125*L2+0.945*L4~Сечение 1	777	0.37	1.125*L2+0.945*L4~Сечение 1
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	777	0.45	1.125*L2+0.945*L4~Сечение 1	777	0.45	1.125*L2+0.945*L4~Сечение 1
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости фермы	787	0.02	1.125*L2+0.945*L4+L6~Сечение 1	779	0.14	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4~Сечение 1

**Конструктивная группа Ферма. Опорные раскосы**


**Конструктивная группа Ферма. Опорные раскосы . Элемент № 81**

Взам. инв. №	
Подп. И дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	Лист	Кол.уч	ГИП	Лист
					87

Сталь: С345

Длина элемента 1.95 м

Количество закреплений сжатого пояса в пролете	Вид нагрузки в пролете	Эпюра М	Пояс, к которому приложена нагрузка
Без закреплений	Равномерно распределенная		Сжатый

Коэффициент надежности по ответственности 1

Дополнительные коэффициенты условий работы	
Расчет на прочность при сейсмике	0
Расчет на устойчивость при сейсмике	0
При особых (не сейсмических) воздействиях	1
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

Коэффициенты расчетной длины по СП 16.13330.2017 с изменением №1

**Сечение**



Профиль: Стальные гнутые замкнутые сварные квадратные профили по ГОСТ 30245-2003 160x5

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 7.1.1	Прочность элемента	0.29	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4
п. 10.4.1	Предельная гибкость из плоскости фермы	0.12	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4+L6
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости фермы	0.12	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4+L6

Коэффициент использования 0.29 - Прочность элемента


Взам. инв. №	
Подп. И дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	Лист	Кол.уч	ГИП	Лист
					88

**Конструктивная группа Ферма. Опорные раскосы . Элемент № 280**

Сталь: С345

Длина элемента 2.16 м

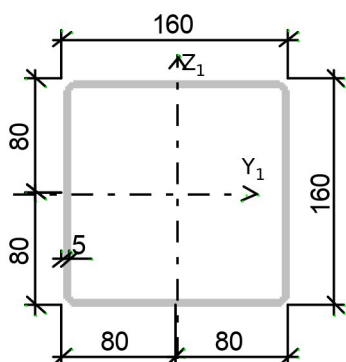
Количество закреплений сжатого пояса в пролете	Вид нагрузки в пролете	Эпюра М	Пояс, к которому приложена нагрузка
Без закреплений	Равномерно распределенная		Сжатый

Коэффициент надежности по ответственности 1

Дополнительные коэффициенты условий работы	
Расчет на прочность при сейсмике	0
Расчет на устойчивость при сейсмике	0
При особых (не сейсмических) воздействиях	1
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

Коэффициенты расчетной длины по СП 16.13330.2017 с изменением №1

**Сечение**



Профиль: Стальные гнутые замкнутые сварные квадратные профили по ГОСТ 30245-2003 160x5

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 7.1.1	Прочность элемента	0.28	1.4*L1+1.25*L2+1.0*5*L4
п. 7.1.3	Устойчивость элемента в плоскости фермы	0.29	1.4*L1+1.25*L2+1.0*5*L4
п. 7.1.3	Устойчивость элемента из плоскости фермы	0.29	1.4*L1+1.25*L2+1.0*5*L4
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	0.89	1.4*L1+1.25*L2+1.0*5*L4

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

							Лист
			Изм.	№ док.			89
Изм.	Лист	Лист	Кол.уч		ГИП		

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	0.89	1.4*L1+1.25*L2+1.05*L4
п. 10.4.1	Предельная гибкость из плоскости фермы	0.23	1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости фермы	0.23	1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4

**Коэффициент использования 0.89 - Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости**

Экстремальные значения факторов. Группа Ферма. Опорные раскосы							
Проверка	Фактор	Минимум			Максимум		
		Элемент	Значение	Комбинация	Элемент	Значение	Комбинация
п. 7.1.1	Прочность элемента	82	0.26	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4~Сечение 1	1	0.48	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4~Сечение 1
п. 7.1.3	Устойчивость элемента в плоскости фермы	82	0.27	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4~Сечение 1	2	0.45	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4~Сечение 1
п. 7.1.3	Устойчивость элемента из плоскости фермы	82	0.27	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4~Сечение 1	2	0.45	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4~Сечение 1
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	2	0.89	1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1	280	0.89	1.4*L1+1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	2	0.89	1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1	280	0.89	1.4*L1+1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1
п. 10.4.1	Предельная гибкость из плоскости фермы	11	0.12	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4-L6~Сечение 1	2	0.23	1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости фермы	11	0.12	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4-L6~Сечение 1	2	0.23	1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1

**Конструктивная группа Ферма. Опорные раскосы 2**


Име. № подл.	Подп. И дата	Взам. инв. №

Изм.	Лист	Лист	Кол.уч	Изм.	№ док.	Лист
						90
ГИП						

## Конструктивная группа Ферма. Опорные раскосы 2 . Элемент № 13

Сталь: С345

Длина элемента 2.16 м

Количество закреплений сжатого пояса в пролете	Вид нагрузки в пролете	Эпюра М	Пояс, к которому приложена нагрузка
Без закреплений	Равномерно распределенная		Сжатый

Коэффициент надежности по ответственности 1

Дополнительные коэффициенты условий работы	
Расчет на прочность при сейсмике	0
Расчет на устойчивость при сейсмике	0
При особых (не сейсмических) воздействиях	1
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

Коэффициенты расчетной длины по СП 16.13330.2017 с изменением №1

### Сечение



Профиль: Стальные гнутые замкнутые сварные квадратные профили по ГОСТ 30245-2003 140x5

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 7.1.1	Прочность элемента	0.28	1.4*L1+1.25*L2+1.2*6*L3+1.05*L4
п. 10.4.1	Предельная гибкость из плоскости фермы	0.16	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4-L5
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости фермы	0.16	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4-L5

Взам. инв. №	
Подп. И дата	
Инв. № подл.	


											Лист
			Изм.	№ док.							91
Изм.	Лист	Лист	Кол.уч		ГИП						

**Коэффициент использования 0.28 - Прочность элемента**

**Конструктивная группа Ферма. Опорные раскосы 2 . Элемент № 93**

Сталь: С345

Длина элемента 2.16 м

Количество закреплений сжатого пояса в пролете	Вид нагрузки в пролете	Эпюра М	Пояс, к которому приложена нагрузка
Без закреплений	Равномерно распределенная		Сжатый

Коэффициент надежности по ответственности 1

Дополнительные коэффициенты условий работы	
Расчет на прочность при сейсмике	0
Расчет на устойчивость при сейсмике	0
При особых (не сейсмических) воздействиях	1
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

Коэффициенты расчетной длины по СП 16.13330.2017 с изменением №1

**Сечение**



Профиль: Стальные гнутые замкнутые сварные квадратные профили по ГОСТ 30245-2003 140x5

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 7.1.1	Прочность элемента	0.19	1.4*L1+1.25*L2+1.0*5*L4
п. 10.4.1	Предельная гибкость из плоскости фермы	0.16	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4+L6
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости фермы	0.16	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4+L6

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	Лист	Кол.уч	ГИП	Лист
					92

**Коэффициент использования 0.19 - Прочность элемента**

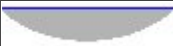
Экстремальные значения факторов. Группа Ферма. Опорные раскосы 2							
Проверка	Фактор	Минимум			Максимум		
		Элемент	Значение	Комбинация	Элемент	Значение	Комбинация
п. 7.1.1	Прочность элемента	93	0.19	1.4*L1+1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1	13	0.28	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4~Сечение 1
п. 10.4.1	Предельная гибкость из плоскости фермы	245	0.16	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4-L6~Сечение 1	13	0.16	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4-L5~Сечение 1
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости фермы	245	0.16	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4-L6~Сечение 1	13	0.16	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4-L5~Сечение 1

**Конструктивная группа Ферма. Раскосы**

**Конструктивная группа Ферма. Раскосы . Элемент № 282**

Сталь: С345

Длина элемента 2.38 м

Количество закреплений сжатого пояса в пролете	Вид нагрузки в пролете	Эпюра М	Пояс, к которому приложена нагрузка
Без закреплений	Равномерно распределенная		Сжатый

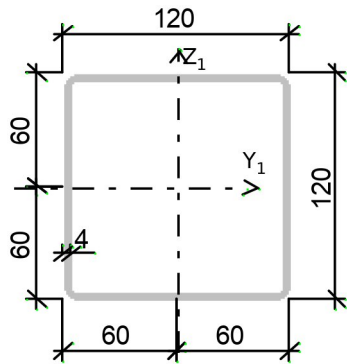
Коэффициент надежности по ответственности 1

Дополнительные коэффициенты условий работы	
Расчет на прочность при сейсмике	0
Расчет на устойчивость при сейсмике	0
При особых (не сейсмических) воздействиях	1
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

Коэффициенты расчетной длины по СП 16.13330.2017 с изменением №1

**Сечение**

Име. № подл.	Подп. И дата	Взам. инв. №					Лист
Изм.	Лист	Лист	Кол.уч	Изм.	№ док.	ГИП	
							93



Профиль: Стальные гнутые замкнутые сварные квадратные профили по ГОСТ 30245-2003 120x4

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 7.1.1	Прочность элемента	0.28	1.4*L1+1.25*L2+1.0*5*L4
п. 7.1.3	Устойчивость элемента в плоскости фермы	0.3	1.4*L1+1.25*L2+1.0*5*L4
п. 7.1.3	Устойчивость элемента из плоскости фермы	0.32	1.4*L1+1.25*L2+1.0*5*L4
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	0.75	1.4*L1+1.25*L2+1.0*5*L4
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	0.75	1.4*L1+1.25*L2+1.0*5*L4
п. 10.4.1	Предельная гибкость из плоскости фермы	0.28	1.25*L2+1.4*L3+1.0*5*L4
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости фермы	0.22	1.25*L2+1.4*L3+1.0*5*L4

**Коэффициент использования 0.75 - Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости**

**Конструктивная группа Ферма. Раскосы . Элемент № 283**

**Сталь: С345**

Длина элемента 2.38 м

Количество закреплений сжатого пояса в пролете	Вид нагрузки в пролете	Эпюра М	Пояс, к которому приложена нагрузка
Без закреплений	Равномерно распределенная		Сжатый

Име. № подл.	Подп. И дата	Взам. инв. №					Лист
							94
Изм.	Лист	Лист	Кол.уч	Изм.	№ док.	ГИП	

Коэффициент надежности по ответственности 1

Дополнительные коэффициенты условий работы	
Расчет на прочность при сейсмике	0
Расчет на устойчивость при сейсмике	0
При особых (не сейсмических) воздействиях	1
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

Коэффициенты расчетной длины по СП 16.13330.2017 с изменением №1

**Сечение**

Профиль: Стальные гнутые замкнутые сварные квадратные профили по ГОСТ 30245-2003 120x4

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 7.1.1	Прочность элемента	0.11	1.4*L1+1.25*L2+1.05*L4
п. 10.4.1	Предельная гибкость из плоскости фермы	0.14	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4-L6
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости фермы	0.12	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4-L6

**Коэффициент использования 0.14 - Предельная гибкость из плоскости фермы**

Экстремальные значения факторов. Группа Ферма. Раскосы							
Проверка	Фактор	Минимум			Максимум		
		Элемент	Значение	Комбинация	Элемент	Значение	Комбинация
п. 7.1.1	Прочность элемента	48	0.01	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4+L5~Сечение 1	14	0.38	1.4*L1+1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1
п. 7.1.3	Устойчивость элемента в плоскости фермы	285	1.69e-003	1.125*L2+0.945*L4+L6~Сечение 3	14	0.42	1.4*L1+1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1

Взам. инв. №	
Подп. И дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	Лист	Кол.уч	ГИП	Лист
					95

Экстремальные значения факторов. Группа Ферма. Раскосы							
Проверка	Фактор	Минимум			Максимум		
		Элемент	Значение	Комбинация	Элемент	Значение	Комбинация
							чение 1
п. 7.1.3	Устойчивость элемента из плоскости фермы	285	1.81e-003	1.125*L2+0.945*L4+L6~Сечение 3	14	0.44	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4~Сечение 1
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	18	0.56	1.125*L2+0.945*L4-L6~Сечение 1	282	0.75	1.4*L1+1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	18	0.56	1.125*L2+0.945*L4-L6~Сечение 1	282	0.75	1.4*L1+1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1
п. 10.4.1	Предельная гибкость из плоскости фермы	247	0.14	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4-L6~Сечение 1	18	0.34	1.125*L2+0.945*L4-L6~Сечение 1
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости фермы	247	0.12	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4-L6~Сечение 1	18	0.27	1.125*L2+0.945*L4-L6~Сечение 1

**Конструктивная группа Вертикальны связи по фермам**

**Конструктивная группа Вертикальны связи по фермам. Элемент № 144**

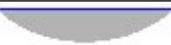
**Сталь:** С255

Длина элемента 3.52 м

Предельная гибкость для сжатых элементов: 200

Предельная гибкость для растянутых элементов: 400

Коэффициент условий работы 1

Количество закреплений сжатого пояса в пролете	Вид нагрузки в пролете	Эпюра М	Пояс, к которому приложена нагрузка
Без закреплений	Равномерно распределенная		Сжатый

Коэффициент надежности по ответственности 1

Взам. инв. №		Подп. И дата		Изм.	№ док.	Лист	96
Ине. № подл.		Изм.	Лист	Лист	Кол.уч	ГИП	Лист

**Дополнительные коэффициенты условий работы**

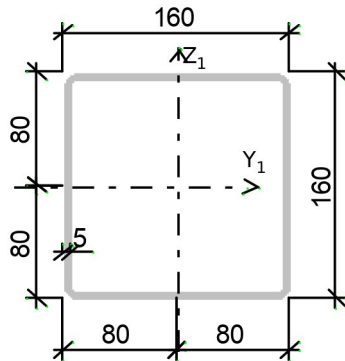
Расчет на прочность при сейсмике	0
Расчет на устойчивость при сейсмике	0
При особых (не сейсмических) воздействиях	1
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

Расчетная длина в плоскости  $X_1OZ_1$  0 м

Расчетная длина в плоскости  $X_1OY_1$  0 м

Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба 3.52 м

**Сечение**



Профиль: Стальные гнутые замкнутые сварные квадратные профили по ГОСТ 30245-2003 160x5

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента $M_y$	0.01	1.4*L1+1.25*L2+1.2*6*L3+1.05*L4
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента $M_z$	0.01	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4+L6
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы $Q_y$	$7.35 \cdot 10^{-004}$	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4-L6
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы $Q_z$	$2.59 \cdot 10^{-003}$	1.4*L1+1.25*L2+1.2*6*L3+1.05*L4
п. 9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов с учетом пластики	0.04	1.4*L1+1.25*L2+1.2*6*L3+1.05*L4
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOY	0.14	1.4*L1+1.25*L2+1.2*6*L3+1.05*L4
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0.14	1.4*L1+1.25*L2+1.2*6*L3+1.05*L4
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	0.27	1.125*L2+0.945*L4-L6
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	0.02	1.125*L2+0.945*L4-L6

Име. № подл.	Подп. И дата	Взам. инв. №			
			Изм.	№ док.	
Изм.	Лист	Лист	Кол.уч	ГИП	

Лист

97

Коэффициент использования 0.27 - Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости

Конструктивная группа Вертикальны связи по фермам. Элемент № 173


Сталь: С255

Длина элемента 3.52 м

Предельная гибкость для сжатых элементов: 200

Предельная гибкость для растянутых элементов: 400

Коэффициент условий работы 1

Количество закреплений сжатого пояса в пролете	Вид нагрузки в пролете	Эпюра М	Пояс, к которому приложена нагрузка
Без закреплений	Равномерно распределенная		Сжатый

Коэффициент надежности по ответственности 1

Дополнительные коэффициенты условий работы	
Расчет на прочность при сейсмике	0
Расчет на устойчивость при сейсмике	0
При особых (не сейсмических) воздействиях	1
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

Расчетная длина в плоскости  $X_1OZ_1$  0 м

Расчетная длина в плоскости  $X_1OY_1$  0 м

Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба 3.52 м

Сечение



Име. № подл.	Подп. И дата	Взам. инв. №					Лист
							98
Изм.	Лист	Лист	Кол.уч	Изм.	№ док.	ГИП	Лист

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента $M_y$	0.23	1.4*L1+1.25*L2+1.05*L4
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента $M_z$	0.04	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4+L6
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы $Q_y$	$2.77 \cdot 10^{-003}$	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4+L6
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы $Q_z$	0.02	1.4*L1+1.25*L2+1.05*L4
п. 9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов с учетом пластики	0.22	1.4*L1+1.25*L2+1.05*L4
п. 9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	0.23	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4+L6
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOY (XOU)	0.05	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4+L6
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOZ (XOV)	0.05	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4+L6
пп. 9.2.8, 9.2.10, 9.3.1, 9.3.2	Устойчивость в плоскости действия момента $M_z$ при внецентренном сжатии	0.03	1.4*L1+1.25*L2+1.05*L4
пп. 9.2.9, 9.2.10, 9.3.1, 9.3.2	Устойчивость при сжатии с изгибом в двух плоскостях	0.26	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4+L6
пп. 9.2.4, 9.2.5, 9.2.8, 9.2.10, 9.3.1, 9.3.2	Устойчивость из плоскости действия момента $M_z$ при внецентренном сжатии	0.03	1.4*L1+1.25*L2+1.05*L4
п. 8.4.1	Устойчивость плоской формы изгиба	0.25	1.4*L1+1.25*L2+1.05*L4
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOY	0.28	1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0.28	1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	0.53	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4+L6
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	0.89	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4-L6

**Коэффициент использования 0.89 - Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости**

Экстремальные значения факторов. Группа Вертикальны связи по фермам							
Проверка	Фактор	Минимум			Максимум		
		Элемент	Значение	Комбинация	Элемент	Значение	Комбинация
п. 8.2.1	Прочность при	153	0.01	1.125*L2	173	0.23	1.4*L1+1.

Взам. инв. №						Лист
Подп. И дата						99
Инв. № подл.						Лист
	Изм.	Лист	Лист	Кол.уч	ГИП	

Экстремальные значения факторов. Группа Вертикальны связи по фермам							
Проверка	Фактор	Минимум			Максимум		
		Элемент	Значение	Комбинация	Элемент	Значение	Комбинация
	действию изгибающего момента $M_y$			+0.945*L4- L5~Сечение 1			25*L2+1. 05*L4~Сече ние 1
п. 8.2.1	Прочность при действию изгибающего момента $M_z$	226	0.01	1.4*L1+1. 25*L2+1. 05*L4~Сече ние 3	175	0.05	0.7*L1+1. 125*L2+0 .945*L4+ L6~Сече ние 1
п. 8.2.1	Прочность при действию поперечной силы $Q_y$	208	4.12e-004	1.4*L1+1. 25*L2+1. 05*L4~Сече ние 1	176	3.44e-003	0.7*L1+1. 125*L2+0 .945*L4- L6~Сече ние 1
п. 8.2.1	Прочность при действию поперечной силы $Q_z$	155	2.04e-003	1.25*L2+ 1.05*L4~ Сечение 1	173	0.02	1.4*L1+1. 25*L2+1. 05*L4~Сече ние 1
п. 9.1.1	Прочность при совместном действию продольной силы и изгибающих моментов с учетом пластики	227	0.01	1.125*L2 +0.945*L4+ L6~Сече ние 3	173	0.22	1.4*L1+1. 25*L2+1. 05*L4~Сече ние 1
п. 9.1.1	Прочность при совместном действию продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	149	0.02	1.125*L2 +0.945*L4- L6~Сече ние 1	139	0.27	1.4*L1+1. 25*L2+1. 26*L3+1. 05*L4~Сече ние 1
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOY (XOU)	209	3.43e-003	1.4*L1+1. 25*L2+1. 05*L4~Сече ние 3	176	0.09	0.7*L1+1. 125*L2+0 .945*L4+ L6~Сече ние 1
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOZ (XOV)	209	3.43e-003	1.4*L1+1. 25*L2+1. 05*L4~Сече ние 3	176	0.09	0.7*L1+1. 125*L2+0 .945*L4+ L6~Сече ние 1
пп. 9.2.2, 9.2.10	Устойчивость в плоскости действия момента $M_y$ при внецентренном сжатии	205	1.78e-003	1.125*L2 +0.945*L4+ L6~Сече ние 1	155	0.01	1.25*L2+ 1.05*L4~ Сечение 2
пп. 9.2.8, 9.2.10, 9.3.1, 9.3.2	Устойчивость в плоскости действия момента $M_z$ при внецентренном сжатии	227	1.02e-003	1.125*L2 +0.945*L4+ L6~Сече ние 3	173	0.03	1.4*L1+1. 25*L2+1. 05*L4~Сече ние 1

Взам. инв. №	
Подп. И дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	Лист	Кол.уч	Изм.	№ док.	Лист
						100
ГИП						

Экстремальные значения факторов. Группа Вертикальны связи по фермам							
Проверка	Фактор	Минимум			Максимум		
		Элемент	Значение	Комбинация	Элемент	Значение	Комбинация
пп. 9.2.9, 9.2.10, 9.3.1, 9.3.2	Устойчивость при сжатии с изгибом в двух плоскостях	209	0.02	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4~Сечение 1	173	0.26	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4~Сечение 1
пп. 9.2.4, 9.2.5, 9.2.8, 9.2.10	Устойчивость из плоскости действия момента $M_u$ при внецентренном сжатии	205	1.82e-003	1.125*L2+0.945*L4~Сечение 1	155	0.01	1.25*L2+1.05*L4~Сечение 2
пп. 9.2.4, 9.2.5, 9.2.8, 9.2.10, 9.3.1, 9.3.2	Устойчивость из плоскости действия момента $M_z$ при внецентренном сжатии	227	1.06e-003	1.125*L2+0.945*L4~Сечение 3	173	0.03	1.4*L1+1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1
п. 8.4.1	Устойчивость плоской формы изгиба	227	0.01	1.125*L2+0.945*L4~Сечение 3	173	0.25	1.4*L1+1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOY	141	0.13	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4~Сечение 1	223	0.31	1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOZ	141	0.13	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4~Сечение 1	223	0.31	1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	141	0.27	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4~Сечение 1	145	0.56	1.125*L2+0.945*L4~Сечение 2
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	144	0.02	1.125*L2+0.945*L4~Сечение 1	173	0.89	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4~Сечение 1

**Конструктивная группа Балки покрытия**

**Конструктивная группа Балки покрытия . Элемент № 444**


**Сталь:** С255

Длина элемента 3.02 м

Количество закреплений сжатого пояса в пролете	Вид нагрузки в пролете	Эпюра M	Пояс, к которому приложена нагрузка

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	Лист	Кол.уч	ГИП	Лист
					101

<b>Количество закреплений сжатого пояса в пролете</b>	<b>Вид нагрузки в пролете</b>	<b>Эпюра М</b>	<b>Пояс, к которому приложена нагрузка</b>
Без креплений	Равномерно распределенная		Сжатый

Коэффициент надежности по ответственности 1

<b>Дополнительные коэффициенты условий работы</b>	
Расчет на прочность при сейсмике	0
Расчет на устойчивость при сейсмике	0
При особых (не сейсмических) воздействиях	1
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба 3.02 м

**Сечение**



Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы	0.09	1.4*L1+1.25*L2+1.0*5*L4
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента	0.39	1.4*L1+1.25*L2+1.0*5*L4
п. 8.4.1	Устойчивость плоской формы изгиба при действии момента	0.45	1.4*L1+1.25*L2+1.0*5*L4
п. 8.2.1	Прочность по приведенным напряжениям при одновременном действии изгибающего момента и поперечной силы	0.29	1.4*L1+1.25*L2+1.0*5*L4
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	0.35	1.25*L2+1.05*L4
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной	0.23	1.4*L1+1.25*L2+1.0*5*L4

Име. № подл.	Подп. И дата	Взам. инв. №					Лист
Изм.	Лист	Лист	Кол.уч	Изм.	№ док.	ГИП	


Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
	устойчивости		

Коэффициент использования 0.45 - Устойчивость плоской формы изгиба при действии момента

Конструктивная группа Балки покрытия . Элемент № 446

Сталь: С255

Длина элемента 3.02 м

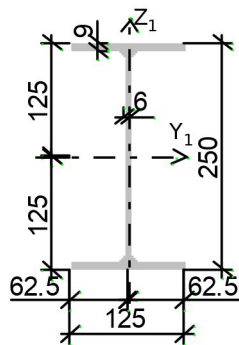
Количество закреплений сжатого пояса в пролете	Вид нагрузки в пролете	Эпюра М	Пояс, к которому приложена нагрузка
Без закреплений	Равномерно распределенная		Сжатый

Коэффициент надежности по ответственности 1

Дополнительные коэффициенты условий работы	
Расчет на прочность при сейсмике	0
Расчет на устойчивость при сейсмике	0
При особых (не сейсмических) воздействиях	1
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба 3.02 м

Сечение



Профиль: Двутавр балочный нормальный по ГОСТ Р 57837-2017 25Б2

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы	0.15	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента	0.62	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4+L6

Име. № подл.	Подп. И дата	Взам. инв. №					Лист
Изм.	Лист	Лист	Кол.уч	Изм.	№ док.	ГИП	103

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 8.4.1	Устойчивость плоской формы изгиба при действии момента	0.7	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4+L6
п. 8.2.1	Прочность по приведенным напряжениям при одновременном действии изгибающего момента и поперечной силы	0.46	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4+L6
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	0.35	1.25*L2+1.05*L4
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	0.29	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4+L6

**Коэффициент использования 0.7 - Устойчивость плоской формы изгиба при действии момента**

Экстремальные значения факторов. Группа Балки покрытия							
Проверка	Фактор	Минимум			Максимум		
		Элемент	Значение	Комбинация	Элемент	Значение	Комбинация
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы	438	0.07	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4~Сечение 1	446	0.15	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4~Сечение 1
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента	444	0.39	1.4*L1+1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1	446	0.62	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4+L6~Сечение 1
п. 8.4.1	Устойчивость плоской формы изгиба при действии момента	444	0.45	1.4*L1+1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1	446	0.7	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4+L6~Сечение 1
п. 8.2.1	Прочность по приведенным напряжениям при одновременном действии изгибающего момента и поперечной силы	444	0.29	1.4*L1+1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1	446	0.46	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4+L6~Сечение 1
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	430	0.35	1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4~Сечение 1	430	0.35	1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4~Сечение 1
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного)	444	0.23	1.4*L1+1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1	446	0.29	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4+

Взам. инв. №	
Подп. И дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	Лист	Кол.уч	ГИП	Лист
					104

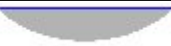
Экстремальные значения факторов. Группа Балки покрытия							
Проверка	Фактор	Минимум			Максимум		
		Элемент	Значение	Комбинация	Элемент	Значение	Комбинация
	листа) из условия местной устойчивости			чение 1			L6~Сечение 1

### Конструктивная группа Прогонны

### Конструктивная группа Прогонны . Элемент № 626

Сталь: С245

Длина элемента 3 м

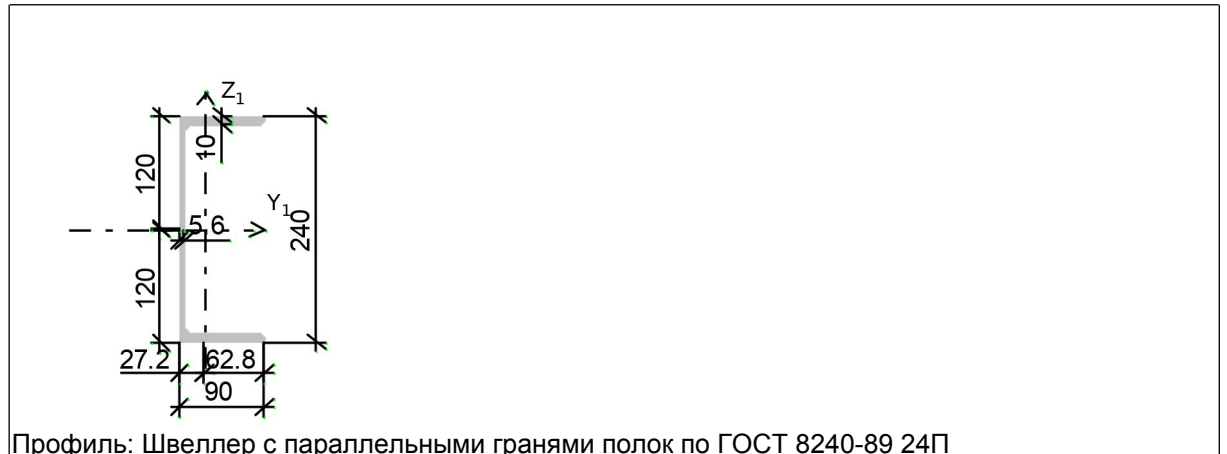
Количество закреплений сжатого пояса в пролете	Вид нагрузки в пролете	Эпюра М	Пояс, к которому приложена нагрузка
Без закреплений	Равномерно распределенная		Сжатый

Коэффициент надежности по ответственности 1

Дополнительные коэффициенты условий работы	
Расчет на прочность при сейсмике	0
Расчет на устойчивость при сейсмике	0
При особых (не сейсмических) воздействиях	1
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба 0.2 м

#### Сечение



Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы	0.13	1.4*L1+1.25*L2+1.0*5*L4

Име. № подл.	Подп. И дата	Взам. инв. №					Лист
Изм.	Лист	Лист	Кол.уч	Изм.	№ док.	ГИП	105

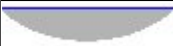
Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента	0.31	1.125*L2+0.945*L4+L6
п. 8.4.1	Устойчивость плоской формы изгиба при действии момента	0.31	1.125*L2+0.945*L4+L6
п. 8.2.1	Прочность по приведенным напряжениям при одновременном действии изгибающего момента и поперечной силы	0.23	1.125*L2+0.945*L4+L6
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	0.35	1.125*L2+0.945*L4+L6
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	0.28	1.125*L2+0.945*L4+L6

**Коэффициент использования 0.35 - Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости**

**Конструктивная группа Прогоны . Элемент № 653**

**Сталь: С245**

Длина элемента 3 м

Количество закреплений сжатого пояса в пролете	Вид нагрузки в пролете	Эпюра М	Пояс, к которому приложена нагрузка
Без закреплений	Равномерно распределенная		Сжатый

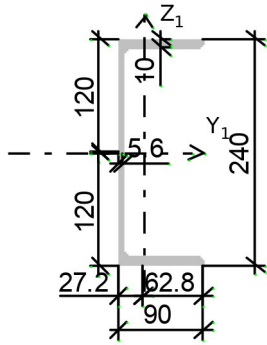
Коэффициент надежности по ответственности 1

Дополнительные коэффициенты условий работы	
Расчет на прочность при сейсмике	0
Расчет на устойчивость при сейсмике	0
При особых (не сейсмических) воздействиях	1
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба 0.2 м

**Сечение**

Име. № подл.	Подп. И дата	Взам. инв. №					Лист
Изм.	Лист	Лист	Кол.уч	Изм.	№ док.	ГИП	
							106



Профиль: Швеллер с параллельными гранями полок по ГОСТ 8240-89 24П

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы	0.22	1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента	0.94	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4
п. 8.4.1	Устойчивость плоской формы изгиба при действии момента	0.94	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4
п. 8.2.1	Прочность по приведенным напряжениям при одновременном действии изгибающего момента и поперечной силы	0.68	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	0.35	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	0.49	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4

**Коэффициент использования 0.94 - Прочность при действии изгибающего момента**

Экстремальные значения факторов. Группа Прогонь							
Проверка	Фактор	Минимум			Максимум		
		Элемент	Значение	Комбинация	Элемент	Значение	Комбинация
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы	628	0.04	1.4*L1+1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1	259	0.22	1.4*L1+1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента	628	0.02	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4~Сечение 1	653	0.94	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4~Сечение 1
п. 8.4.1	Устойчивость	628	0.02	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4~Сечение 1	653	0.94	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4~Сечение 1

Име. № подл.	Подп. И дата	Взам. инв. №

Изм.	Лист	Лист	Кол.уч	Изм.	№ док.	Лист
						107
ГИП						Лист

Экстремальные значения факторов. Группа Прогоны							
Проверка	Фактор	Минимум			Максимум		
		Элемент	Значение	Комбинация	Элемент	Значение	Комбинация
	плоской формы изгиба при действии момента			25*L2+1. 26*L3+1. 05*L4~Сечение 1			25*L2+1. 26*L3+1. 05*L4~Сечение 1
п. 8.2.1	Прочность по приведенным напряжениям при одновременном действии изгибающего момента и поперечной силы	628	0.03	1.4*L1+1. 25*L2+1. 05*L4~Сечение 1	653	0.68	1.4*L1+1. 25*L2+1. 26*L3+1. 05*L4~Сечение 1
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	129	0.35	0.7*L1+1. 125*L2+0.945*L4-L6~Сечение 1	129	0.35	0.7*L1+1. 125*L2+0.945*L4-L6~Сечение 1
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	628	0.07	1.4*L1+1. 25*L2+1. 26*L3+1. 05*L4~Сечение 1	653	0.49	1.4*L1+1. 25*L2+1. 26*L3+1. 05*L4~Сечение 1

**Конструктивная группа Вертикальные связи**

**Конструктивная группа Вертикальные связи . Элемент № 484**


Сталь: С255

Длина элемента 4.07 м

Предельная гибкость для сжатых элементов: 200

Предельная гибкость для растянутых элементов: 400

Коэффициент условий работы 1

Количество закреплений сжатого пояса в пролете	Вид нагрузки в пролете	Эпюра М	Пояс, к которому приложена нагрузка
Без закреплений	Равномерно распределенная		Сжатый

Коэффициент надежности по ответственности 1

Дополнительные коэффициенты условий работы	
Расчет на прочность при сейсмике	0
Расчет на устойчивость при сейсмике	0

Взам. инв. №		Подп. И дата		Изм. № подл.		Изм.	Лист	Лист	Кол.уч	ГИП	Лист	108

**Дополнительные коэффициенты условий работы**

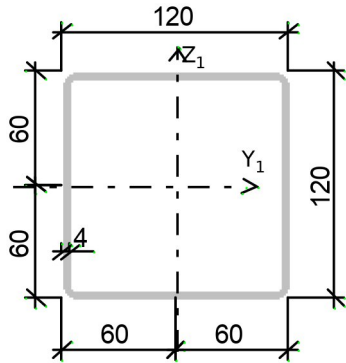
При особых (не сейсмических) воздействиях	1
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

Расчетная длина в плоскости  $X_1OZ_1$  0 м

Расчетная длина в плоскости  $X_1OY_1$  0 м

Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба 4.07 м

**Сечение**



Профиль: Стальные гнутые замкнутые сварные квадратные профили по ГОСТ 30245-2003 120x4

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента $M_y$	0.03	1.125*L2+0.945*L4-L6
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента $M_z$	0.14	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4+L5
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы $Q_y$	0.01	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4+L5
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы $Q_z$	$2.68 \cdot 10^{-003}$	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4+L6
п. 9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов с учетом пластики	0.35	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4+L6
п. 9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	0.45	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4-L6
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости $XOY$ ( $XOU$ )	0.7	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4-L6
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости $XOZ$ ( $XOV$ )	0.7	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4-L6
пп. 9.2.9, 9.2.10, 9.3.1, 9.3.2	Устойчивость при сжатии с изгибом в двух плоскостях	0.79	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4-L6
п. 8.4.1	Устойчивость плоской формы изгиба	0.07	1.4*L1+1.25*L2+1.05*L4
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости $XOY$	0.43	1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4

Име. № подл.	Подп. И дата	Взам. инв. №	

Изм.	Лист	Лист	Кол.уч	Изм.	№ док.	Лист
						109
ГИП						Лист

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0.43	1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	0.56	1.125*L2+0.945*L4-L6
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	0.62	1.4*L1+1.25*L2+1.05*L4

**Коэффициент использования 0.79 - Устойчивость при сжатии с изгибом в двух плоскостях**


**Конструктивная группа Вертикальные связи . Элемент № 497**

**Сталь: C255**

Длина элемента 4.07 м

Предельная гибкость для сжатых элементов: 200  
Предельная гибкость для растянутых элементов: 400

Коэффициент условий работы 1

Количество закреплений сжатого пояса в пролете	Вид нагрузки в пролете	Эпюра M	Пояс, к которому приложена нагрузка
Без закреплений	Равномерно распределенная		Сжатый

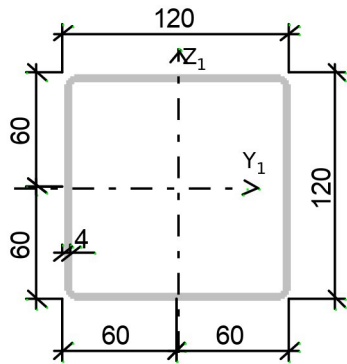
Коэффициент надежности по ответственности 1

Дополнительные коэффициенты условий работы	
Расчет на прочность при сейсмике	0
Расчет на устойчивость при сейсмике	0
При особых (не сейсмических) воздействиях	1
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

Расчетная длина в плоскости  $X_1OZ_1$  0 м  
Расчетная длина в плоскости  $X_1OY_1$  0 м  
Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба 4.07 м

**Сечение**

Взам. инв. №						Лист
Подп. и дата						Изм.
Инв. № подл.						Изм.
	Лист	Лист	Кол.уч			



Профиль: Стальные гнутые замкнутые сварные квадратные профили по ГОСТ 30245-2003 120x4

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента $M_y$	0.01	1.25*L2+1.05*L4
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы $Q_z$	$1.98 \cdot 10^{-003}$	1.25*L2+1.05*L4
п. 9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов с учетом пластики	0.15	1.125*L2+0.945*L4-L6
п. 9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	0.27	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4+L6
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOY (XOU)	0.46	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4+L6
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOZ (XOV)	0.46	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4+L6
пп. 9.2.2, 9.2.10	Устойчивость в плоскости действия момента $M_y$ при внецентренном сжатии	0.46	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4+L6
пп. 9.2.4, 9.2.5, 9.2.8, 9.2.10	Устойчивость из плоскости действия момента $M_y$ при внецентренном сжатии	0.48	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4+L6
п. 7.1.1	Прочность при центральном сжатии/растяжении	0.26	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4+L6
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOY	0.43	1.25*L2+1.05*L4
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0.43	1.25*L2+1.05*L4
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	0.56	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4+L6
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	0.56	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4+L6

Име. № подл.	Подп. И дата	Взам. инв. №					Лист
Изм.	Лист	Лист	Кол.уч	Изм.	№ док.	ГИП	111



Экстремальные значения факторов. Группа Вертикальные связи							
Проверка	Фактор	Минимум			Максимум		
		Элемент	Значение	Комбинация	Элемент	Значение	Комбинация
	сжатии						ние 2
пп. 9.2.8, 9.2.10, 9.3.1, 9.3.2	Устойчивость в плоскости действия момента Mz при внецентренном сжатии	487	2.e-003	1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1	491	0.04	1.4*L1+1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1
пп. 9.2.9, 9.2.10, 9.3.1, 9.3.2	Устойчивость при сжатии с изгибом в двух плоскостях	496	0.5	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4-L6~Сечение 1	484	0.79	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4-L6~Сечение 3
пп. 9.2.4, 9.2.5, 9.2.8, 9.2.10	Устойчивость из плоскости действия момента Mu при внецентренном сжатии	467	0.01	1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1	485	0.79	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4+L6~Сечение 2
пп. 9.2.4, 9.2.5, 9.2.8, 9.2.10, 9.3.1, 9.3.2	Устойчивость из плоскости действия момента Mz при внецентренном сжатии	487	1.77e-003	1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1	491	0.03	1.4*L1+1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1
п. 7.1.1	Прочность при центральном сжатии/растяжении	498	0.26	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4+L6~Сечение 1	485	0.44	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4+L6~Сечение 1
п. 8.4.1	Устойчивость плоской формы изгиба	487	0.01	1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1	491	0.31	1.4*L1+1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOY	486	0.43	1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4~Сечение 1	494	0.43	1.26*L1+1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4~Сечение 1
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOZ	486	0.43	1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4~Сечение 1	494	0.43	1.26*L1+1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4~Сечение 1
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	494	0.56	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4+L6~Сечение 1	486	0.56	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4+L6~Сечение 1
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	485	0.56	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4+L6~Сечение 1	459	0.63	1.125*L2+0.945*L4+L5~Сечение 2

Име. № подл.	Подп. И дата	Взам. инв. №

Изм.	Лист	Лист	Кол.уч	Изм.	№ док.	Лист
						113
ГИП						

**Конструктивная группа Гор связи по нижним поясам ферм**

**Конструктивная группа Гор связи по нижним поясам ферм . Элемент № 511**

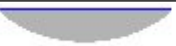
**Сталь:** С255

Длина элемента 3 м

Предельная гибкость для сжатых элементов: 200

Предельная гибкость для растянутых элементов: 400

Коэффициент условий работы 1

Количество закреплений сжатого пояса в пролете	Вид нагрузки в пролете	Эпюра М	Пояс, к которому приложена нагрузка
Без креплений	Равномерно распределенная		Сжатый

Коэффициент надежности по ответственности 1

<b>Дополнительные коэффициенты условий работы</b>	
Расчет на прочность при сейсмике	0
Расчет на устойчивость при сейсмике	0
При особых (не сейсмических) воздействиях	1
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

Расчетная длина в плоскости  $X_1OZ_1$  0 м

Расчетная длина в плоскости  $X_1OY_1$  0 м

Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба 3 м

**Сечение**



Име. № подл.	Подп. И дата	Взам. инв. №					Лист
							114
Изм.	Лист	Лист	Кол.уч	Изм.	№ док.	ГИП	

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента $M_y$	0.01	1.25*L2+1.05*L4
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента $M_z$	0.02	1.4*L1+1.25*L2+1.05*L4
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы $Q_y$	$8.88 \cdot 10^{-004}$	1.4*L1+1.25*L2+1.05*L4
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы $Q_z$	$2.42 \cdot 10^{-003}$	1.25*L2+1.05*L4
п. 9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов с учетом пластики	0.03	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4+L6
п. 9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	0.05	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4+L6
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOY (XOU)	0.05	1.125*L2+0.945*L4-L6
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOZ (XOV)	0.05	1.125*L2+0.945*L4-L6
пп. 9.2.9, 9.2.10, 9.3.1, 9.3.2	Устойчивость при сжатии с изгибом в двух плоскостях	0.07	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4-L6
п. 7.1.1	Прочность при центральном сжатии/растяжении	0.03	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4+L6
п. 8.4.1	Устойчивость плоской формы изгиба	0.03	1.4*L1+1.25*L2+1.05*L4
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOY	0.39	1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0.39	1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	0.38	1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	0.52	1.26*L1+1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4

**Коэффициент использования 0.52 - Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости**

**Конструктивная группа Гор связи по нижним поясам ферм . Элемент № 763**


Сталь: С255

Длина элемента 3 м

Предельная гибкость для сжатых элементов: 200  
Предельная гибкость для растянутых элементов: 400

Коэффициент условий работы 1

Взам. инв. №						
	Подп. И дата					
Инв. № подл.						
	Изм.	Лист	Лист	Кол.уч	ГИП	Лист
						115

<b>Количество закреплений сжатого пояса в пролете</b>	<b>Вид нагрузки в пролете</b>	<b>Эпюра M</b>	<b>Пояс, к которому приложена нагрузка</b>
Без закреплений	Равномерно распределенная		Сжатый

Коэффициент надежности по ответственности 1

<b>Дополнительные коэффициенты условий работы</b>	
Расчет на прочность при сейсмике	0
Расчет на устойчивость при сейсмике	0
При особых (не сейсмических) воздействиях	1
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

Расчетная длина в плоскости  $X_1OZ_1$  0 м

Расчетная длина в плоскости  $X_1OY_1$  0 м

Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба 3 м

### Сечение



Профиль: Стальные гнутые замкнутые сварные квадратные профили по ГОСТ 30245-2003 100x4

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента $M_y$	0.01	1.4*L1+1.25*L2+1.05*L4
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента $M_z$	0.02	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4-L5
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы $Q_y$	$6.34 \cdot 10^{-004}$	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4-L5
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы $Q_z$	$2.31 \cdot 10^{-003}$	1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4
п. 9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов с учетом пластики	0.06	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4
п. 7.1.1	Прочность при центральном	0.12	1.4*L1+1.25*L2+1.2

Взам. инв. №	
Подп. И дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	Лист	Кол.уч	ГИП	Лист
					116

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
	сжатию/растяжению		6*L3+1.05*L4
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOY	0.19	1.4*L1+1.25*L2+1.2 6*L3+1.05*L4
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0.19	1.4*L1+1.25*L2+1.2 6*L3+1.05*L4

**Коэффициент использования 0.19 - Предельная гибкость в плоскости XOY**

Экстремальные значения факторов. Группа Гор связи по нижним поясам ферм							
Проверка	Фактор	Минимум			Максимум		
		Элемент	Значение	Комбинация	Элемент	Значение	Комбинация
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента Mu	591	0.01	1.25*L2+1.05*L4~Сечение 2	547	0.08	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4~Сечение 3
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента Mz	553	0.01	1.4*L1+1.25*L2+1.05*L4~Сечение 3	514	0.03	1.4*L1+1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы Qu	553	2.66e-004	1.4*L1+1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1	514	1.39e-003	1.4*L1+1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы Qz	766	2.17e-003	1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1	547	0.01	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4~Сечение 1
п. 9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов с учетом пластики	517	0.01	1.125*L2+0.945*L4~Сечение 3	543	0.14	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4~Сечение 3
п. 9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	551	1.89e-004	1.125*L2+0.945*L4~Сечение 1	535	0.2	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4+L6~Сечение 3
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатию в плоскости XOY (XOU)	551	3.31e-004	1.125*L2+0.945*L4~Сечение 1	535	0.26	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4+L6~Сечение 1
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатию в плоскости XOZ (XOV)	551	3.31e-004	1.125*L2+0.945*L4~Сечение 1	535	0.26	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4+L6~Сечение 1

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

										Лист
			Изм.	№ док.						117
Изм.	Лист	Лист	Кол.уч		ГИП					

Экстремальные значения факторов. Группа Гор связи по нижним поясам ферм							
Проверка	Фактор	Минимум			Максимум		
		Элемент	Значение	Комбинация	Элемент	Значение	Комбинация
				ние 1			ние 1
пп. 9.2.2, 9.2.10	Устойчивость в плоскости действия момента $M_u$ при внецентренном сжатии	766	1.58e-003	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4+L5~Сечение 1	541	0.01	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4+L5~Сечение 3
пп. 9.2.8, 9.2.10, 9.3.1, 9.3.2	Устойчивость в плоскости действия момента $M_z$ при внецентренном сжатии	587	1.5e-003	1.125*L2+0.945*L4+L5~Сечение 2	567	0.01	1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4~Сечение 3
пп. 9.2.9, 9.2.10, 9.3.1, 9.3.2	Устойчивость при сжатии с изгибом в двух плоскостях	774	0.01	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4+L6~Сечение 2	535	0.32	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4+L6~Сечение 3
пп. 9.2.4, 9.2.5, 9.2.8, 9.2.10	Устойчивость из плоскости действия момента $M_u$ при внецентренном сжатии	766	1.49e-003	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4+L5~Сечение 1	541	0.01	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4+L5~Сечение 3
пп. 9.2.4, 9.2.5, 9.2.8, 9.2.10, 9.3.1, 9.3.2	Устойчивость из плоскости действия момента $M_z$ при внецентренном сжатии	587	1.49e-003	1.125*L2+0.945*L4+L5~Сечение 2	567	0.01	1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4~Сечение 3
п. 7.1.1	Прочность при центральном сжатии/растяжении	591	1.77e-003	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4+L6~Сечение 1	565	0.18	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4+L6~Сечение 1
п. 8.4.1	Устойчивость плоской формы изгиба	587	0.01	1.4*L1+1.25*L2+1.05*L4~Сечение 2	575	0.07	1.125*L2+0.945*L4+L6~Сечение 3
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOY	763	0.19	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4~Сечение 1	584	0.43	1.125*L2+0.945*L4+L6~Сечение 1
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOZ	763	0.19	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4~Сечение 1	584	0.43	1.125*L2+0.945*L4+L6~Сечение 1
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	507	0.2	1.125*L2+0.945*L4+L5~Сечение 2	766	0.38	1.125*L2+0.945*L4+L6~Сечение 3
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18,	Предельная гибкость свеса	588	0.03	1.125*L2+0.945*L	511	0.52	1.26*L1+1.25*L2+

Взам. инв. №	
Подп. И дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	Лист	Кол.уч	ГИП	Лист
					118

Экстремальные значения факторов. Группа Гор связи по нижним поясам ферм							
Проверка	Фактор	Минимум			Максимум		
		Элемент	Значение	Комбинация	Элемент	Значение	Комбинация
9.4.7, 9.4.9	полки (поясного листа) из условия местной устойчивости			4+L6~Сечение 2			1.4*L3+1.05*L4~Сечение 3

### Конструктивная группа Гор связи по верхним поясам ферм

#### Конструктивная группа Гор связи по верхним поясам ферм . Элемент № 289


Сталь: С255

Длина элемента 4.25 м

Предельная гибкость для сжатых элементов: 200

Предельная гибкость для растянутых элементов: 400

Коэффициент условий работы 1

Количество закреплений сжатого пояса в пролете	Вид нагрузки в пролете	Эпюра М	Пояс, к которому приложена нагрузка
Без закреплений	Равномерно распределенная		Сжатый

Коэффициент надежности по ответственности 1

Дополнительные коэффициенты условий работы	
Расчет на прочность при сейсмике	0
Расчет на устойчивость при сейсмике	0
При особых (не сейсмических) воздействиях	1
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

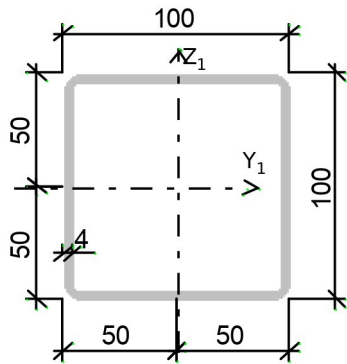
Расчетная длина в плоскости  $X_1OZ_1$  0 м

Расчетная длина в плоскости  $X_1OY_1$  0 м

Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба 4.25 м

#### Сечение

Име. № подл.	Подп. И дата	Взам. инв. №					Лист
Изм.	Лист	Лист	Кол.уч	Изм.	№ док.	ГИП	



Профиль: Стальные гнутые замкнутые сварные квадратные профили по ГОСТ 30245-2003 100x4

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента $M_y$	0.03	1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы $Q_z$	$2.83 \cdot 10^{-003}$	1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4
п. 9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	0.24	1.4*L1+1.25*L2+1.05*L4
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOY (XOU)	0.42	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4-L6
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOZ (XOV)	0.42	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4-L6
пп. 9.2.2, 9.2.10	Устойчивость в плоскости действия момента $M_y$ при внецентренном сжатии	0.42	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4-L6
пп. 9.2.4, 9.2.5, 9.2.8, 9.2.10	Устойчивость из плоскости действия момента $M_y$ при внецентренном сжатии	0.45	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4-L6
п. 7.1.1	Прочность при центральном сжатии/растяжении	0.22	1.4*L1+1.25*L2+1.05*L4
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOY	0.55	1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0.55	1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	0.36	1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	0.38	1.125*L2+0.945*L4+L6

**Коэффициент использования 0.55 - Предельная гибкость в плоскости XOY**

**Конструктивная группа Гор связи по верхним поясам ферм . Элемент № 672**

Име. № подл.	Подп. И дата	Взам. инв. №					Лист
							120
Изм.	Лист	Лист	Кол.уч	Изм.	№ док.	ГИП	


Сталь: С255

Длина элемента 4.25 м

Предельная гибкость для сжатых элементов: 200

Предельная гибкость для растянутых элементов: 400

Коэффициент условий работы 1

Количество закреплений сжатого пояса в пролете	Вид нагрузки в пролете	Эпюра М	Пояс, к которому приложена нагрузка
Без закреплений	Равномерно распределенная		Сжатый

Коэффициент надежности по ответственности 1

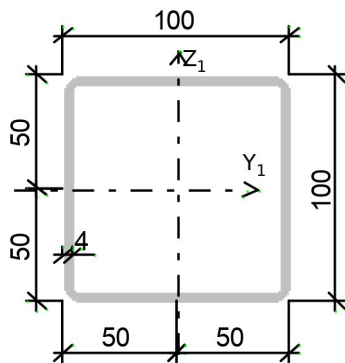
Дополнительные коэффициенты условий работы	
Расчет на прочность при сейсмике	0
Расчет на устойчивость при сейсмике	0
При особых (не сейсмических) воздействиях	1
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

Расчетная длина в плоскости  $X_1OZ_1$  0 м

Расчетная длина в плоскости  $X_1OY_1$  0 м

Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба 4.25 м

### Сечение



Профиль: Стальные гнутые замкнутые сварные квадратные профили по ГОСТ 30245-2003 100x4

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента $M_y$	0.03	1.25*L2+1.05*L4

Изм. № подл.	Подп. И дата	Взам. инв. №					Лист
Изм.	Лист	Лист	Кол.уч	Изм.	№ док.	ГИП	121

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы Qz	2.83*10 <sup>-003</sup>	1.25*L2+1.05*L4
п. 9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов с учетом пластики	0.17	1.125*L2+0.945*L4+L6
п. 9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	0.34	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4-L6
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOY (XOU)	0.78	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4-L6
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOZ (XOV)	0.78	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4-L6
пп. 9.2.2, 9.2.10	Устойчивость в плоскости действия момента Mu при внецентренном сжатии	0.78	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4-L6
пп. 9.2.4, 9.2.5, 9.2.8, 9.2.10	Устойчивость из плоскости действия момента Mu при внецентренном сжатии	0.83	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4-L6
п. 7.1.1	Прочность при центральном сжатии/растяжении	0.33	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4-L6
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOY	0.55	1.25*L2+1.05*L4
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0.55	1.25*L2+1.05*L4
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	0.45	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4-L6
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	0.45	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4-L6

**Коэффициент использования 0.83 - Устойчивость из плоскости действия момента Mu при внецентренном сжатии**

Экстремальные значения факторов. Группа Гор связи по верхним поясам ферм							
Проверка	Фактор	Минимум			Максимум		
		Элемент	Значение	Комбинация	Элемент	Значение	Комбинация
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента Mu	261	0.03	1.25*L2+1.05*L4~Сечение 2	737	0.3	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4~Сечение 1
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента Mz	737	0.01	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4-L6~Сечение 3	728	0.03	1.4*L1+1.25*L2+1.05*L4~Сечение 3
п. 8.2.1	Прочность при	737	4.24e-004	0.7*L1+1.	728	1.26e-003	1.4*L1+1.

Име. № подл.	Подп. И дата	Взам. инв. №

Изм.	Лист	Лист	Кол.уч	Изм.	№ док.	Лист
						122
ГИП						

Экстремальные значения факторов. Группа Гор связи по верхним поясам ферм							
Проверка	Фактор	Минимум			Максимум		
		Элемент	Значение	Комбинация	Элемент	Значение	Комбинация
	действию поперечной силы $Q_y$			125*L2+0.945*L4-L6~Сечение 1			25*L2+1.26*L3+1.05*L4~Сечение 1
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы $Q_z$	261	2.83e-003	1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1	737	0.02	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4~Сечение 1
п. 9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов с учетом пластики	736	0.02	1.125*L2+0.945*L4-L6~Сечение 2	737	0.2	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4-L6~Сечение 1
п. 9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	923	0.05	1.125*L2+0.945*L4-L6~Сечение 2	290	0.39	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4~Сечение 2
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOY (XOU)	923	0.09	1.125*L2+0.945*L4-L6~Сечение 3	672	0.78	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4-L6~Сечение 1
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOZ (XOV)	923	0.09	1.125*L2+0.945*L4-L6~Сечение 3	672	0.78	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4-L6~Сечение 1
пп. 9.2.2, 9.2.10	Устойчивость в плоскости действия момента $M_u$ при внецентренном сжатии	923	0.12	1.125*L2+0.945*L4-L6~Сечение 2	672	0.78	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4-L6~Сечение 2
пп. 9.2.9, 9.2.10, 9.3.1, 9.3.2	Устойчивость при сжатии с изгибом в двух плоскостях	731	0.46	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4-L6~Сечение 3	737	0.76	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4+L6~Сечение 1
пп. 9.2.4, 9.2.5, 9.2.8, 9.2.10	Устойчивость из плоскости действия момента $M_u$ при внецентренном сжатии	923	0.11	1.125*L2+0.945*L4-L6~Сечение 2	672	0.83	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4-L6~Сечение 2
п. 7.1.1	Прочность при центральном сжатии/растяжении	923	0.08	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4+L6~Сечение	290	0.37	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4~Сечение

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	Лист	Кол.уч	ГИП	Лист
					123

Экстремальные значения факторов. Группа Гор связи по верхним поясам ферм							
Проверка	Фактор	Минимум			Максимум		
		Элемент	Значение	Комбинация	Элемент	Значение	Комбинация
				ние 1			чение 3
п. 8.4.1	Устойчивость плоской формы изгиба	694	0.03	1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4~Сечение 2	728	0.23	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4-L5~Сечение 3
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOY	267	0.55	1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1	292	0.55	1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4~Сечение 1
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOZ	267	0.55	1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1	292	0.55	1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4~Сечение 1
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	261	0.36	1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1	262	0.45	1.4*L1+1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	687	0.36	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4+L6~Сечение 2	728	0.56	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4+L6~Сечение 3

### Конструктивная группа Распорка

#### Конструктивная группа Распорка . Элемент № 454


Сталь: С255

Длина элемента 6 м

Предельная гибкость для сжатых элементов: 200

Предельная гибкость для растянутых элементов: 400

Коэффициент условий работы 1

Количество закреплений сжатого пояса в пролете	Вид нагрузки в пролете	Эпюра М	Пояс, к которому приложена нагрузка
Без закреплений	Равномерно распределенная		Сжатый

Коэффициент надежности по ответственности 1

Дополнительные коэффициенты условий работы	
Расчет на прочность при сейсмике	0

Взам. инв. №		Подп. И дата		Изм. № подл.		Изм.	Лист	Лист	Кол.уч	ГИП	Лист	124

**Дополнительные коэффициенты условий работы**

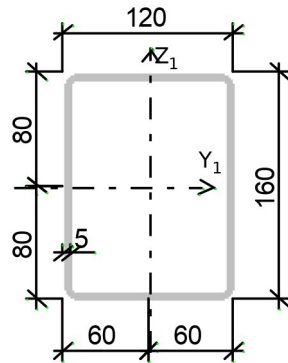
Расчет на устойчивость при сейсмике	0
При особых (не сейсмических) воздействиях	1
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

Расчетная длина в плоскости  $X_1OZ_1$  0 м

Расчетная длина в плоскости  $X_1OY_1$  0 м

Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба 6 м

**Сечение**



Профиль: Прямоугольные трубы по ГОСТ 30245-94 160x120x5

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента $M_y$	0.03	1.4*L1+1.25*L2+1.2*6*L3+1.05*L4
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы $Q_z$	$3.58 \cdot 10^{-003}$	1.4*L1+1.25*L2+1.2*6*L3+1.05*L4
п. 9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов с учетом пластики	0.03	1.4*L1+1.25*L2+1.2*6*L3+1.05*L4
п. 9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	0.04	1.125*L2+0.945*L4+L6
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOY (XOU)	0.04	1.125*L2+0.945*L4+L6
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOZ (XOV)	0.03	1.125*L2+0.945*L4+L6
пп. 9.2.2, 9.2.10	Устойчивость в плоскости действия момента $M_y$ при внецентренном сжатии	0.06	1.125*L2+0.945*L4+L6
пп. 9.2.4, 9.2.5, 9.2.8, 9.2.10	Устойчивость из плоскости действия момента $M_y$ при внецентренном сжатии	0.07	1.125*L2+0.945*L4+L6
п. 7.1.1	Прочность при центральном сжатии/растяжении	0.01	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4-L6
п. 8.4.1	Устойчивость плоской формы изгиба	0.03	1.4*L1+1.25*L2+1.2*6*L3+1.05*L4

Изм. № подл.	Подп. И дата	Взам. инв. №

Изм.	Лист	Лист	Кол.уч	Изм.	№ док.	Лист
						125
ГИП						Формат A4

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOY	0.62	1.125*L2+0.945*L4+L6
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0.5	1.125*L2+0.945*L4+L6
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	0.48	1.125*L2+0.945*L4+L6
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	0.38	1.125*L2+0.945*L4+L6

**Коэффициент использования 0.62 - Предельная гибкость в плоскости XOY**

**Конструктивная группа Распорка . Элемент № 456**


**Сталь: C255**

Длина элемента 6 м

Предельная гибкость для сжатых элементов: 200

Предельная гибкость для растянутых элементов: 400

Коэффициент условий работы 1

Количество закреплений сжатого пояса в пролете	Вид нагрузки в пролете	Эпюра M	Пояс, к которому приложена нагрузка
Без закреплений	Равномерно распределенная		Сжатый

Коэффициент надежности по ответственности 1

Дополнительные коэффициенты условий работы	
Расчет на прочность при сейсмике	0
Расчет на устойчивость при сейсмике	0
При особых (не сейсмических) воздействиях	1
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

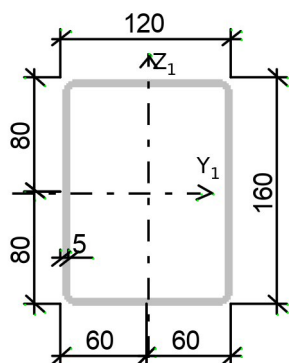
Расчетная длина в плоскости  $X_1OZ_1$  0 м

Расчетная длина в плоскости  $X_1OY_1$  0 м

Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба 6 м

**Сечение**

Име. № подл.	Подп. И дата	Взам. инв. №					Лист
			Изм.	№ док.			
Изм.	Лист	Лист	Кол.уч	ГИП		126	



Профиль: Прямоугольные трубы по ГОСТ 30245-94 160x120x5

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента $M_y$	0.03	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы $Q_z$	$3.58 \cdot 10^{-003}$	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4
п. 9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов с учетом пластики	0.03	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4
п. 9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	0.03	1.125*L2+0.945*L4+L6
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOY (XOU)	0.03	1.125*L2+0.945*L4+L6
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOZ (XOV)	0.02	1.125*L2+0.945*L4+L6
пп. 9.2.2, 9.2.10	Устойчивость в плоскости действия момента $M_y$ при внецентренном сжатии	0.05	1.125*L2+0.945*L4+L6
пп. 9.2.4, 9.2.5, 9.2.8, 9.2.10	Устойчивость из плоскости действия момента $M_y$ при внецентренном сжатии	0.05	1.125*L2+0.945*L4+L6
п. 7.1.1	Прочность при центральном сжатии/растяжении	0.02	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4-L6
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOY	0.62	1.125*L2+0.945*L4+L6
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0.5	1.125*L2+0.945*L4+L6
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	0.48	1.125*L2+0.945*L4+L6
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	0.44	1.4*L1+1.25*L2+1.05*L4

Име. № подл.	Подп. И дата	Взам. инв. №

Изм.	Лист	Лист	Кол.уч	Изм.	№ док.	Лист
						127
ГИП						Лист

Коэффициент использования 0.62 - Предельная гибкость в плоскости XOY

Экстремальные значения факторов. Группа Распорка							
Проверка	Фактор	Минимум			Максимум		
		Элемент	Значение	Комбинация	Элемент	Значение	Комбинация
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента $M_u$	447	0.03	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4~Сечение 2	447	0.03	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4~Сечение 2
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы $Q_z$	447	3.58e-003	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4~Сечение 1	447	3.58e-003	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4~Сечение 1
п. 9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов с учетом пластики	451	0.03	1.4*L1+1.25*L2+1.05*L4~Сечение 2	480	0.03	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4~Сечение 2
п. 9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	477	6.5e-004	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4-L5~Сечение 1	474	0.04	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4-L6~Сечение 2
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатию в плоскости XOY (XOU)	477	2.e-003	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4-L5~Сечение 1	474	0.05	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4-L6~Сечение 1
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатию в плоскости XOZ (XOV)	477	1.37e-003	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4-L5~Сечение 1	474	0.04	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4-L6~Сечение 1
пп. 9.2.2, 9.2.10	Устойчивость в плоскости действия момента $M_u$ при внецентренном сжатию	450	0.03	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4-L6~Сечение 2	474	0.07	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4-L6~Сечение 2
пп. 9.2.4, 9.2.5, 9.2.8, 9.2.10	Устойчивость из плоскости действия момента $M_u$ при внецентренном сжатию	450	0.03	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4-L6~Сечение 2	474	0.08	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4-L6~Сечение 2
п. 7.1.1	Прочность при центральном сжатию/растяжении	477	6.5e-004	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4-L5~Сечение 1	473	0.02	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4-L6~Сечение 1
п. 8.4.1	Устойчивость	448	0.03	1.25*L2+	448	0.03	1.25*L2+

Име. № подл.	Подп. И дата	Взам. име. №	

Изм.	Лист	Лист	Кол.уч	Изм.	№ док.	Лист
						128
ГИП						

Экстремальные значения факторов. Группа Распорка							
Проверка	Фактор	Минимум			Максимум		
		Элемент	Значение	Комбинация	Элемент	Значение	Комбинация
	плоской формы изгиба			1.4*L3+1.05*L4~Сечение 2			1.4*L3+1.05*L4~Сечение 2
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOY	456	0.62	1.125*L2+0.945*L4~Сечение 1	454	0.62	1.125*L2+0.945*L4~Сечение 1
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOZ	456	0.5	1.125*L2+0.945*L4~Сечение 1	454	0.5	1.125*L2+0.945*L4~Сечение 1
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	447	0.48	1.125*L2+0.945*L4~Сечение 1	447	0.48	1.125*L2+0.945*L4~Сечение 1
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	450	0.34	1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4~Сечение 1	480	0.48	1.25*L2+1.05*L4~Сечение 2

## Результаты экспертизы стальных конструкций. Блок №3

Расчет выполнен по СП 16.13330.2017 с изменениями №1,2

### Оглавление

1. Конструктивная группа Ферма. Верхний пояс	33
2. Конструктивная группа Ферма. Нижний пояс	36
3. Конструктивная группа Ферма. Опорные раскосы	39
4. Конструктивная группа Ферма. Опорные раскосы 2	41
5. Конструктивная группа Ферма. Раскосы	44
6. Конструктивная группа Вертикальные связи по фермам	46
7. Конструктивная группа Балки покрытия	48
8. Конструктивная группа Прогоны	52
9. Конструктивная группа Вертикальные связи	54
10. Конструктивная группа Горизонтальные связи по фермам	58
11. Конструктивная группа Горо связи по верхним поясам ферм	63
12. Конструктивная группа Распорки	67

Взам. инв. №	Подп. И дата	Инв. № подл.						Лист
			Изм.	№ док.			129	
Изм.	Лист	Лист	Кол.уч	ГИП				


**Конструктивная группа Ферма. Верхний пояс**

**Конструктивная группа Ферма. Верхний пояс . Элемент № 312**

Тип элемента: Элемент пояса фермы

Сталь: С345

Длина элемента 3.02 м

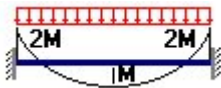
Количество закреплений сжатого пояса в пролете	Вид нагрузки в пролете	Эпюра М	Пояс, к которому приложена нагрузка
Без закреплений	Равномерно распределенная		Сжатый

Коэффициент надежности по ответственности 1

Дополнительные коэффициенты условий работы	
Расчет на прочность при сейсмике	0
Расчет на устойчивость при сейсмике	0
При особых (не сейсмических) воздействиях	1
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

Коэффициенты расчетной длины по СП 16.13330.2017 с изменениями №1,2

Тип эпюры моментов



Положение нагрузки



Высота точки приложения нагрузки = 0 мм

Расстояние между раскреплениями из плоскости изгиба:

расстояние = 0 м

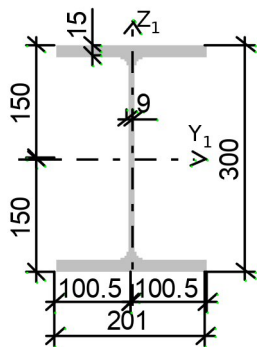
Коэффициенты расчетной длины, зависящие от условий закреплений опорных сечений:

поворот из плоскости изгиба = 1

депланация = 1

**Сечение**

Взам. инв. №						Лист
Подп. И дата						130
Инв. № подл.						Лист
	Изм.	Лист	Лист	Кол.уч	ГИП	



Профиль: Двутавр балочный широкополочный по ГОСТ Р 57837-2017 30Ш2

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 7.1.1	Прочность элемента	0.63	1.4*L1+1.25*L2+1.2*6*L3+1.05*L4
п. 7.1.3	Устойчивость элемента в плоскости фермы	0.66	1.4*L1+1.25*L2+1.2*6*L3+1.05*L4
п. 7.1.3	Устойчивость элемента из плоскости фермы	0.84	1.4*L1+1.25*L2+1.2*6*L3+1.05*L4
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	0.5	1.25*L2+1.4*L3+1.0*5*L4
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	0.34	1.25*L2+1.4*L3+1.0*5*L4
п. 10.4.1	Предельная гибкость из плоскости фермы	0.48	1.4*L1+1.25*L2+1.2*6*L3+1.05*L4
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости фермы	0.17	1.4*L1+1.25*L2+1.2*6*L3+1.05*L4

**Коэффициент использования 0.84 - Устойчивость элемента из плоскости фермы**

**Конструктивная группа Ферма. Верхний пояс . Элемент № 748**

**Тип элемента:** Элемент пояса фермы

**Сталь:** С345

Длина элемента 3.02 м

Количество закреплений сжатого пояса в пролете	Вид нагрузки в пролете	Эпюра M	Пояс, к которому приложена нагрузка
Без закреплений	Равномерно распределенная		Сжатый

Име. № подл.	Подп. И дата	Взам. инв. №

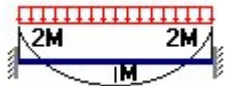
Изм.	Лист	Лист	Кол.уч	Изм.	№ док.	Лист
						131
ГИП						

Коэффициент надежности по ответственности 1

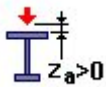
Дополнительные коэффициенты условий работы	
Расчет на прочность при сейсмике	0
Расчет на устойчивость при сейсмике	0
При особых (не сейсмических) воздействиях	1
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

Коэффициенты расчетной длины по СП 16.13330.2017 с изменениями №1,2

Тип эпюры моментов



Положение нагрузки



Высота точки приложения нагрузки = 0 мм

Расстояние между раскреплениями из плоскости изгиба:

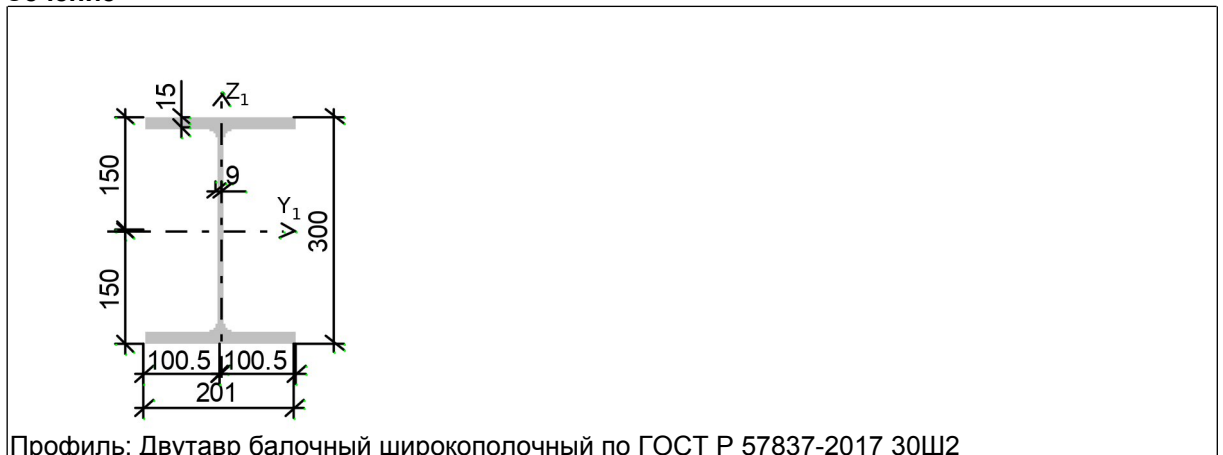
расстояние = 0 м

Коэффициенты расчетной длины, зависящие от условий закреплений опорных сечений:

поворот из плоскости изгиба = 1

депланация = 1

**Сечение**



Профиль: Двутавр балочный широкополочный по ГОСТ Р 57837-2017 30Ш2

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 7.1.1	Прочность элемента	0.29	1.4*L1+1.25*L2+1.0*5*L4
п. 7.1.3	Устойчивость элемента в плоскости фермы	0.31	1.4*L1+1.25*L2+1.0*5*L4
п. 7.1.3	Устойчивость элемента из плоскости фермы	0.39	1.4*L1+1.25*L2+1.0*5*L4
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной	0.5	1.25*L2+1.05*L4

Взам. инв. №	Подп. И дата	Ине. № подл.					Лист
			Изм.	№ док.			
Изм.	Лист	Лист	Кол.уч	ГИП		132	

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
	устойчивости		
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	0.34	1.25*L2+1.05*L4
п. 10.4.1	Предельная гибкость из плоскости фермы	0.42	1.25*L2+1.05*L4
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости фермы	0.16	1.25*L2+1.05*L4

**Коэффициент использования 0.5 - Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости**

Экстремальные значения факторов. Группа Ферма. Верхний пояс							
Проверка	Фактор	Минимум			Максимум		
		Элемент	Значение	Комбинация	Элемент	Значение	Комбинация
п. 7.1.1	Прочность элемента	541	0.12	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4~Сечение 1	312	0.63	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4~Сечение 1
п. 7.1.3	Устойчивость элемента в плоскости фермы	541	0.12	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4~Сечение 1	312	0.66	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4~Сечение 1
п. 7.1.3	Устойчивость элемента из плоскости фермы	541	0.16	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4~Сечение 1	312	0.84	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4~Сечение 1
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	748	0.5	1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1	749	0.5	1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4~Сечение 1
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	748	0.34	1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1	749	0.34	1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4~Сечение 1
п. 10.4.1	Предельная гибкость из плоскости фермы	749	0.42	1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4~Сечение 1	312	0.48	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4~Сечение 1
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости фермы	749	0.16	1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4~Сечение 1	312	0.17	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4~Сечение 1

Име. № подл.	Подп. И дата	Взам. инв. №			

Изм.	Лист	Лист	Кол.уч	Изм.	№ док.	Лист
						133
ГИП						


**Конструктивная группа Ферма. Нижний пояс**

**Конструктивная группа Ферма. Нижний пояс . Элемент № 485**

Тип элемента: Элемент пояса фермы

Сталь: С345

Длина элемента 3 м

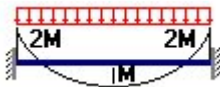
Количество закреплений сжатого пояса в пролете	Вид нагрузки в пролете	Эпюра М	Пояс, к которому приложена нагрузка
Без закреплений	Равномерно распределенная		Сжатый

Коэффициент надежности по ответственности 1

Дополнительные коэффициенты условий работы	
Расчет на прочность при сейсмике	0
Расчет на устойчивость при сейсмике	0
При особых (не сейсмических) воздействиях	1
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

Коэффициенты расчетной длины по СП 16.13330.2017 с изменениями №1,2

Тип эпюры моментов



Положение нагрузки



Высота точки приложения нагрузки = 0 мм

Расстояние между раскреплениями из плоскости изгиба:

расстояние = 0 м

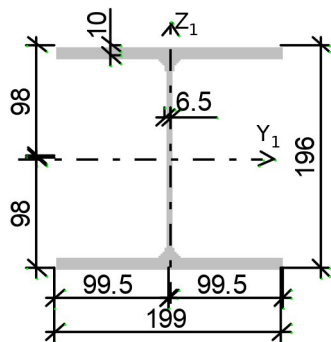
Коэффициенты расчетной длины, зависящие от условий закреплений опорных сечений:

поворот из плоскости изгиба = 1

депланация = 1

**Сечение**

Име. № подл.	Подп. И дата	Взам. инв. №					Лист
							134
Изм.	Лист	Лист	Кол.уч	Изм.	№ док.	ГИП	



Профиль: Двутавр колонный по ГОСТ Р 57837-2017 20К1

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 7.1.1	Прочность элемента	0.88	1.4*L1+1.25*L2+1.05*L4
п. 10.4.1	Предельная гибкость из плоскости фермы	0.24	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4+L5
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости фермы	0.14	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4+L5

**Коэффициент использования 0.88 - Прочность элемента**

**Конструктивная группа Ферма. Нижний пояс . Элемент № 756**

Тип элемента: Элемент пояса фермы

Сталь: С345

Длина элемента 1.5 м

Количество закреплений сжатого пояса в пролете	Вид нагрузки в пролете	Эпюра М	Пояс, к которому приложена нагрузка
Без закреплений	Равномерно распределенная		Сжатый

Коэффициент надежности по ответственности 1

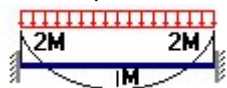
Дополнительные коэффициенты условий работы	
Расчет на прочность при сейсмике	0
Расчет на устойчивость при сейсмике	0
При особых (не сейсмических) воздействиях	1
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

Коэффициенты расчетной длины по СП 16.13330.2017 с изменениями №1,2

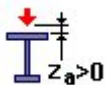
Взам. инв. №	
Подп. И дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	Лист	Кол.уч	Изм.	№ док.	Лист
						135
ГИП						

Тип эпюры моментов



Положение нагрузки



Высота точки приложения нагрузки = 0 мм

Расстояние между раскреплениями из плоскости изгиба:

расстояние = 0 м

Коэффициенты расчетной длины, зависящие от условий закреплений опорных сечений:

поворот из плоскости изгиба = 1

депланация = 1

**Сечение**



Профиль: Двутавр колонный по ГОСТ Р 57837-2017 20К1

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 7.1.1	Прочность элемента	0.36	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4
п. 10.4.1	Предельная гибкость из плоскости фермы	0.12	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4-L5
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости фермы	0.07	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4-L5

**Коэффициент использования 0.36 - Прочность элемента**

Экстремальные значения факторов. Группа Ферма. Нижний пояс							
Проверка	Фактор	Минимум			Максимум		
		Элемент	Значение	Комбинация	Элемент	Значение	Комбинация
п. 7.1.1	Прочность элемента	314	4.84e-006	1.125*L2+0.945*L4-L6~Сечение 1	485	0.88	1.4*L1+1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1

Изм. № подл.	Подп. И дата	Взам. инв. №

Изм.	Лист	Лист	Кол.уч	Изм.	№ док.	ГИП

Лист  
136

Экстремальные значения факторов. Группа Ферма. Нижний пояс							
Проверка	Фактор	Минимум			Максимум		
		Элемент	Значение	Комбинация	Элемент	Значение	Комбинация
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	314	0.57	1.125*L2+0.945*L4+L6~Сечение 1	326	0.57	1.125*L2+0.945*L4+L6~Сечение 1
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	314	0.61	1.125*L2+0.945*L4+L6~Сечение 1	314	0.61	1.125*L2+0.945*L4+L6~Сечение 1
п. 10.4.1	Предельная гибкость из плоскости фермы	326	0.03	1.125*L2+0.945*L4+L5~Сечение 1	319	0.24	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4+L5~Сечение 1
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости фермы	326	0.02	1.125*L2+0.945*L4+L5~Сечение 1	319	0.14	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4+L5~Сечение 1


**Конструктивная группа Ферма. Опорные раскосы**

**Конструктивная группа Ферма. Опорные раскосы . Элемент № 169**

Тип элемента: Опорный раскос фермы

Сталь: С345

Длина элемента 1.77 м

Количество закреплений сжатого пояса в пролете	Вид нагрузки в пролете	Эпюра М	Пояс, к которому приложена нагрузка
Без закреплений	Равномерно распределенная		Сжатый

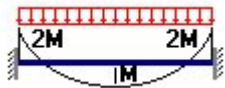
Коэффициент надежности по ответственности 1

Дополнительные коэффициенты условий работы	
Расчет на прочность при сейсмике	0
Расчет на устойчивость при сейсмике	0
При особых (не сейсмических) воздействиях	1
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

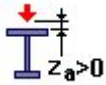
Коэффициенты расчетной длины по СП 16.13330.2017 с изменениями №1,2

Взам. инв. №					
Подп. И дата					
Инв. № подл.					
Изм.	Лист	Лист	Кол.уч	ГИП	Лист
					137

Тип эпюры моментов



Положение нагрузки



Высота точки приложения нагрузки = 0 мм

Расстояние между раскреплениями из плоскости изгиба:

расстояние = 0 м

Коэффициенты расчетной длины, зависящие от условий закреплений опорных сечений:

поворот из плоскости изгиба = 1

депланация = 1

**Сечение**



Профиль: Квадратные трубы по ГОСТ 30245-94 160x5

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 7.1.1	Прочность элемента	0.42	1.4*L1+1.25*L2+1.05*L4
п. 10.4.1	Предельная гибкость из плоскости фермы	0.11	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4+L6
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости фермы	0.11	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4+L6

**Коэффициент использования 0.42 - Прочность элемента**


**Конструктивная группа Ферма. Опорные раскосы . Элемент № 283**

Тип элемента: Опорный раскос фермы

Сталь: С345

Длина элемента 1.95 м

Взам. инв. №					
	Подп. И дата				
Инв. № подл.					
	Изм.	Лист	Лист	Кол.уч	ГИП
					Лист
					138

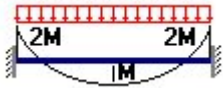
<b>Количество закреплений сжатого пояса в пролете</b>	<b>Вид нагрузки в пролете</b>	<b>Эпюра M</b>	<b>Пояс, к которому приложена нагрузка</b>
Без креплений	Равномерно распределенная		Сжатый

Коэффициент надежности по ответственности 1

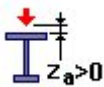
<b>Дополнительные коэффициенты условий работы</b>	
Расчет на прочность при сейсмике	0
Расчет на устойчивость при сейсмике	0
При особых (не сейсмических) воздействиях	1
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

Коэффициенты расчетной длины по СП 16.13330.2017 с изменениями №1,2

Тип эпюры моментов



Положение нагрузки



Высота точки приложения нагрузки = 0 мм

Расстояние между раскреплениями из плоскости изгиба:  
расстояние = 0 м

Коэффициенты расчетной длины, зависящие от условий закреплений опорных сечений:  
поворот из плоскости изгиба = 1  
депланация = 1

**Сечение**



<b>Результаты расчета</b>	<b>Проверка</b>	<b>Коэффициент использования</b>	<b>Комбинация</b>
---------------------------	-----------------	--------------------------------------	-------------------

Име. № подл.	Подп. И дата	Взам. инв. №					Лист
			Изм.	№ док.			139
Изм.	Лист	Лист	Кол.уч		ГИП		

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 7.1.1	Прочность элемента	0.36	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4
п. 7.1.3	Устойчивость элемента в плоскости фермы	0.38	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4
п. 7.1.3	Устойчивость элемента из плоскости фермы	0.38	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	0.91	1.25*L2+1.05*L4
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	0.91	1.25*L2+1.05*L4
п. 10.4.1	Предельная гибкость из плоскости фермы	0.21	1.25*L2+1.05*L4
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости фермы	0.21	1.25*L2+1.05*L4

**Коэффициент использования 0.91 - Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости**

Экстремальные значения факторов. Группа Ферма. Опорные раскосы							
Проверка	Фактор	Минимум			Максимум		
		Элемент	Значение	Комбинация	Элемент	Значение	Комбинация
п. 7.1.1	Прочность элемента	170	0.35	1.4*L1+1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1	121	0.63	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4~Сечение 1
п. 7.1.3	Устойчивость элемента в плоскости фермы	170	0.36	1.4*L1+1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1	122	0.54	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4~Сечение 1
п. 7.1.3	Устойчивость элемента из плоскости фермы	170	0.36	1.4*L1+1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1	122	0.54	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4~Сечение 1
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	271	0.91	1.4*L1+1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1	283	0.91	1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	271	0.91	1.4*L1+1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1	283	0.91	1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1
п. 10.4.1	Предельная гибкость из	1	0.11	0.7*L1+1.125*L2+0	122	0.21	1.4*L1+1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1

Взам. инв. №	
Подп. И дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	Лист	Кол.уч	ГИП	Лист
					140

Экстремальные значения факторов. Группа Ферма. Опорные раскосы							
Проверка	Фактор	Минимум			Максимум		
		Элемент	Значение	Комбинация	Элемент	Значение	Комбинация
	плоскости фермы			.945*L4+L6~Сечение 1			26*L3+1.05*L4~Сечение 1
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости фермы	1	0.11	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4+L6~Сечение 1	122	0.21	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4~Сечение 1

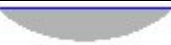
### Конструктивная группа Ферма. Опорные раскосы 2

#### Конструктивная группа Ферма. Опорные раскосы 2 . Элемент № 4

Тип элемента: Опорный раскос фермы

Сталь: С345

Длина элемента 2.16 м

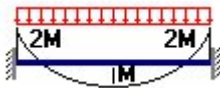
Количество закреплений сжатого пояса в пролете	Вид нагрузки в пролете	Эпюра М	Пояс, к которому приложена нагрузка
Без закреплений	Равномерно распределенная		Сжатый

Коэффициент надежности по ответственности 1

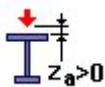
Дополнительные коэффициенты условий работы	
Расчет на прочность при сейсмике	0
Расчет на устойчивость при сейсмике	0
При особых (не сейсмических) воздействиях	1
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

Коэффициенты расчетной длины по СП 16.13330.2017 с изменениями №1,2

Тип эпюры моментов



Положение нагрузки



Высота точки приложения нагрузки = 0 мм

Расстояние между раскреплениями из плоскости изгиба:  
расстояние = 0 м

Взам. инв. №						Лист
Подп. И дата						Изм.
Инв. № подл.						Изм.
	Лист	Лист	Кол.уч	ГИП		

Коэффициенты расчетной длины, зависящие от условий закреплений опорных сечений:  
 поворот из плоскости изгиба = 1  
 депланация = 1

**Сечение**



Профиль: Квадратные трубы по ГОСТ 30245-94 140x5

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 7.1.1	Прочность элемента	0.3	1.4*L1+1.25*L2+1.2 6*L3+1.05*L4
п. 7.1.3	Устойчивость элемента в плоскости фермы	0.32	1.4*L1+1.25*L2+1.2 6*L3+1.05*L4
п. 7.1.3	Устойчивость элемента из плоскости фермы	0.32	1.4*L1+1.25*L2+1.2 6*L3+1.05*L4
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	0.74	1.4*L1+1.25*L2+1.2 6*L3+1.05*L4
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	0.74	1.4*L1+1.25*L2+1.2 6*L3+1.05*L4
п. 10.4.1	Предельная гибкость из плоскости фермы	0.26	1.25*L2+1.05*L4
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости фермы	0.26	1.25*L2+1.05*L4

**Коэффициент использования 0.74 - Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости**

**Конструктивная группа Ферма. Опорные раскосы 2 . Элемент № 274**

Тип элемента: Опорный раскос фермы


Сталь: С345

Длина элемента 2.16 м

Количество закреплений сжатого пояса в пролете	Вид нагрузки в пролете	Эпюра М	Пояс, к которому приложена нагрузка

Взам. инв. №	
Подп. И дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	Лист	Кол.уч	ГИП	Лист
					142

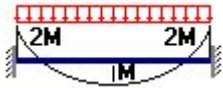
<b>Количество закреплений сжатого пояса в пролете</b>	<b>Вид нагрузки в пролете</b>	<b>Эпюра M</b>	<b>Пояс, к которому приложена нагрузка</b>
Без креплений	Равномерно распределенная		Сжатый

Коэффициент надежности по ответственности 1

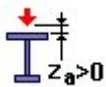
<b>Дополнительные коэффициенты условий работы</b>	
Расчет на прочность при сейсмике	0
Расчет на устойчивость при сейсмике	0
При особых (не сейсмических) воздействиях	1
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

Коэффициенты расчетной длины по СП 16.13330.2017 с изменениями №1,2

Тип эпюры моментов



Положение нагрузки

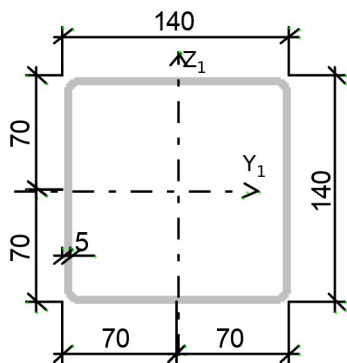


Высота точки приложения нагрузки = 0 мм

Расстояние между раскреплениями из плоскости изгиба:  
расстояние = 0 м

Коэффициенты расчетной длины, зависящие от условий закреплений опорных сечений:  
поворот из плоскости изгиба = 1  
депланация = 1

**Сечение**



Профиль: Квадратные трубы по ГОСТ 30245-94 140x5

<b>Результаты расчета</b>	<b>Проверка</b>	<b>Коэффициент использования</b>	<b>Комбинация</b>
---------------------------	-----------------	--------------------------------------	-------------------

Име. № подл.	Подп. И дата	Взам. инв. №					Лист
			Изм.	№ док.			143
Изм.	Лист	Лист	Кол.уч	ГИП			

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 7.1.1	Прочность элемента	0.08	1.4*L1+1.25*L2+1.05*L4
п. 10.4.1	Предельная гибкость из плоскости фермы	0.16	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4-L5
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости фермы	0.16	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4-L5

**Коэффициент использования 0.16 - Предельная гибкость из плоскости фермы**

Экстремальные значения факторов. Группа Ферма. Опорные раскосы 2							
Проверка	Фактор	Минимум			Максимум		
		Элемент	Значение	Комбинация	Элемент	Значение	Комбинация
п. 7.1.1	Прочность элемента	185	0.07	1.4*L1+1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1	27	0.35	1.4*L1+1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1
п. 7.1.3	Устойчивость элемента в плоскости фермы	273	0.26	1.4*L1+1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1	28	0.34	1.4*L1+1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1
п. 7.1.3	Устойчивость элемента из плоскости фермы	273	0.26	1.4*L1+1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1	28	0.34	1.4*L1+1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	273	0.59	1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4~Сечение 1	4	0.74	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4~Сечение 1
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	273	0.59	1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4~Сечение 1	4	0.74	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4~Сечение 1
п. 10.4.1	Предельная гибкость из плоскости фермы	15	0.14	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4+L6~Сечение 1	273	0.26	1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4~Сечение 1
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости фермы	15	0.14	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4+L6~Сечение 1	273	0.26	1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4~Сечение 1

**Конструктивная группа Ферма. Раскосы**

**Конструктивная группа Ферма. Раскосы . Элемент № 30**


Тип элемента: Элемент решетки фермы

Взам. инв. №	
Подп. И дата	
Инв. № подл.	

								Лист
			Изм.	№ док.				144
Изм.	Лист	Лист	Кол.уч		ГИП			

Сталь: С345

Длина элемента 2.38 м

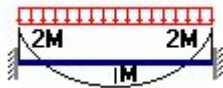
Количество закреплений сжатого пояса в пролете	Вид нагрузки в пролете	Эпюра М	Пояс, к которому приложена нагрузка
Без закреплений	Равномерно распределенная		Сжатый

Коэффициент надежности по ответственности 1

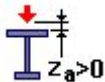
Дополнительные коэффициенты условий работы	
Расчет на прочность при сейсмике	0
Расчет на устойчивость при сейсмике	0
При особых (не сейсмических) воздействиях	1
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

Коэффициенты расчетной длины по СП 16.13330.2017 с изменениями №1,2

Тип эпюры моментов



Положение нагрузки



Высота точки приложения нагрузки = 0 мм

Расстояние между раскреплениями из плоскости изгиба:

расстояние = 0 м

Коэффициенты расчетной длины, зависящие от условий закреплений опорных сечений:

поворот из плоскости изгиба = 1

депланация = 1

**Сечение**



Име. № подл.	Подп. И дата	Взам. инв. №

Изм.	Лист	Лист	Кол.уч	Изм.	№ док.	Лист
						145
ГИП						Лист

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 7.1.1	Прочность элемента	0.24	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4
п. 7.1.3	Устойчивость элемента в плоскости фермы	0.26	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4
п. 7.1.3	Устойчивость элемента из плоскости фермы	0.27	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	0.75	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	0.75	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4
п. 10.4.1	Предельная гибкость из плоскости фермы	0.28	1.25*L2+1.05*L4
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости фермы	0.23	1.25*L2+1.05*L4


**Коэффициент использования 0.75 - Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости**

#### Конструктивная группа Ферма. Раскосы . Элемент № 31

Тип элемента: Элемент решетки фермы

Сталь: С345

Длина элемента 2.38 м

Количество закреплений сжатого пояса в пролете	Вид нагрузки в пролете	Эпюра М	Пояс, к которому приложена нагрузка
Без закреплений	Равномерно распределенная		Сжатый

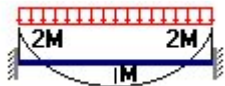
Коэффициент надежности по ответственности 1

Дополнительные коэффициенты условий работы	
Расчет на прочность при сейсмике	0
Расчет на устойчивость при сейсмике	0
При особых (не сейсмических) воздействиях	1
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

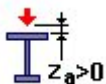
Коэффициенты расчетной длины по СП 16.13330.2017 с изменениями №1,2

Тип эпюры моментов

Име. № подл.	Подп. И дата	Взам. инв. №					Лист
							146
			Изм.	Лист	Лист	Кол.уч	ГИП



Положение нагрузки



Высота точки приложения нагрузки = 0 мм

Расстояние между раскреплениями из плоскости изгиба:

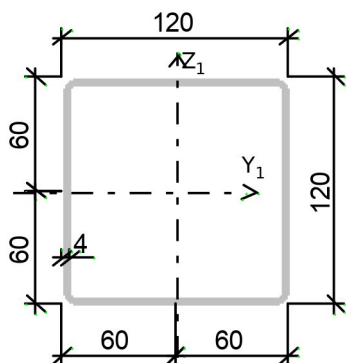
расстояние = 0 м

Коэффициенты расчетной длины, зависящие от условий закреплений опорных сечений:

поворот из плоскости изгиба = 1

депланация = 1

**Сечение**



Профиль: Квадратные трубы по ГОСТ 30245-94 120x4

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 7.1.1	Прочность элемента	0.07	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4
п. 10.4.1	Предельная гибкость из плоскости фермы	0.14	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4-L6
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости фермы	0.12	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4-L6

**Коэффициент использования 0.14 - Предельная гибкость из плоскости фермы**

Экстремальные значения факторов. Группа Ферма. Раскосы							
Проверка	Фактор	Минимум			Максимум		
		Элемент	Значение	Комбинация	Элемент	Значение	Комбинация
п. 7.1.1	Прочность элемента	187	2.31e-003	1.125*L2+0.945*L4-Сечение 1	138	0.25	1.4*L1+1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1
п. 7.1.3	Устойчивость элемента в	187	2.35e-003	0.7*L1+1.125*L2+0	138	0.27	1.4*L1+1.25*L2+1.

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	Лист	Кол.уч	ГИП	Лист
					147

Экстремальные значения факторов. Группа Ферма. Раскосы							
Проверка	Фактор	Минимум			Максимум		
		Элемент	Значение	Комбинация	Элемент	Значение	Комбинация
	плоскости фермы			.945*L4+L5~Сечение 3			05*L4~Сечение 1
п. 7.1.3	Устойчивость элемента из плоскости фермы	187	2.48e-003	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4+L5~Сечение 3	138	0.29	1.4*L1+1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	179	0.56	1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4~Сечение 1	30	0.75	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4~Сечение 1
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	179	0.56	1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4~Сечение 1	30	0.75	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4~Сечение 1
п. 10.4.1	Предельная гибкость из плоскости фермы	31	0.14	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4-L6~Сечение 1	23	0.34	1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4~Сечение 1
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости фермы	31	0.12	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4-L6~Сечение 1	23	0.27	1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4~Сечение 1

### Конструктивная группа Вертикальные связи по фермам

#### Конструктивная группа Вертикальные связи по фермам . Элемент № 213


Тип элемента: Элемент общего вида

Сталь: С255

Длина элемента 3.25 м

Предельная гибкость для сжатых элементов: 200  
Предельная гибкость для растянутых элементов: 400

Коэффициент условий работы 1

Количество закреплений сжатого пояса в пролете	Вид нагрузки в пролете	Эпюра М	Пояс, к которому приложена нагрузка
Без закреплений	Равномерно распределенная		Сжатый

Взам. инв. №	
Подп. И дата	
Инв. № подл.	

										Лист
			Изм.	№ док.						148
Изм.	Лист	Лист	Кол.уч		ГИП					

Коэффициент надежности по ответственности 1

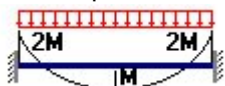
Дополнительные коэффициенты условий работы	
Расчет на прочность при сейсмике	0
Расчет на устойчивость при сейсмике	0
При особых (не сейсмических) воздействиях	1
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OZ_1$  1

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OY_1$  1

Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба:  
расстояние = 0 м

Тип эпюры моментов



Положение нагрузки



Высота точки приложения нагрузки = 0 мм

Расстояние между раскреплениями из плоскости изгиба:

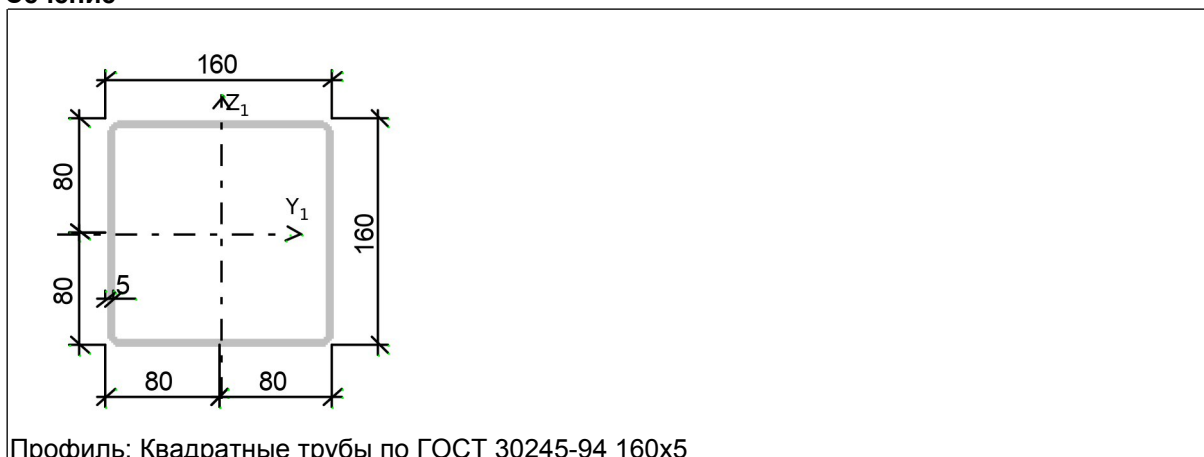
расстояние = 0 м

Коэффициенты расчетной длины, зависящие от условий закреплений опорных сечений:

поворот из плоскости изгиба = 1

депланация = 1

**Сечение**



Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 8.2.1	Прочность при действии	0.01	0.7*L1+1.125*L2+0.

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

										Лист
			Изм.	№ док.						149
Изм.	Лист	Лист	Кол.уч		ГИП					

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
	изгибающего момента $M_y$		945*L4+L6
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента $M_z$	0.03	1.4*L1+1.25*L2+1.05*L4
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы $Q_y$	$1.68 \cdot 10^{-003}$	1.4*L1+1.25*L2+1.05*L4
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы $Q_z$	$2.55 \cdot 10^{-003}$	1.4*L1+1.25*L2+1.05*L4
п. 9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	0.03	1.4*L1+1.25*L2+1.05*L4
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOY (XOU)	$1.75 \cdot 10^{-004}$	1.125*L2+0.945*L4+L5
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOZ (XOV)	$1.75 \cdot 10^{-004}$	1.125*L2+0.945*L4+L5
пп. 9.2.8, 9.2.10, 9.3.1, 9.3.2	Устойчивость в плоскости действия момента $M_z$ при внецентренном сжатии	$6.01 \cdot 10^{-004}$	1.125*L2+0.945*L4+L5
пп. 9.2.4, 9.2.5, 9.2.8, 9.2.10, 9.3.1, 9.3.2	Устойчивость из плоскости действия момента $M_z$ при внецентренном сжатии	$6.07 \cdot 10^{-004}$	1.125*L2+0.945*L4+L5
п. 8.4.1	Устойчивость плоской формы изгиба	0.01	1.125*L2+0.945*L4+L5
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOY	0.26	1.125*L2+0.945*L4+L5
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0.26	1.125*L2+0.945*L4+L5
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	0.27	1.25*L2+1.05*L4
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	0.1	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4+L6

**Коэффициент использования 0.27 - Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости**

**Конструктивная группа Вертикальные связи по фермам . Элемент № 215**

Тип элемента: Элемент общего вида


Сталь: С255

Длина элемента 3.25 м

Предельная гибкость для сжатых элементов: 200  
Предельная гибкость для растянутых элементов: 400

Коэффициент условий работы 1

Взам. инв. №					
Подп. И дата					
Инв. № подл.					
Изм.	Лист	Лист	Кол.уч	ГИП	Лист 150

Количество закреплений сжатого пояса в пролете	Вид нагрузки в пролете	Эпюра M	Пояс, к которому приложена нагрузка
Без закреплений	Равномерно распределенная		Сжатый

Коэффициент надежности по ответственности 1

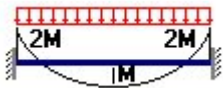
Дополнительные коэффициенты условий работы	
Расчет на прочность при сейсмике	0
Расчет на устойчивость при сейсмике	0
При особых (не сейсмических) воздействиях	1
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OZ_1$  1

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OY_1$  1

Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба:  
расстояние = 0 м

Тип эпюры моментов



Положение нагрузки



Высота точки приложения нагрузки = 0 мм

Расстояние между раскреплениями из плоскости изгиба:  
расстояние = 0 м

Коэффициенты расчетной длины, зависящие от условий закреплений опорных сечений:

поворот из плоскости изгиба = 1

депланация = 1

**Сечение**



Име. № подл.	Подп. И дата	Взам. инв. №					Лист
							151
Изм.	Лист	Лист	Кол.уч	Изм.	№ док.	ГИП	

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента $M_y$	0.68	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента $M_z$	0.03	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы $Q_y$	$3.77 \cdot 10^{-004}$	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4+L5
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы $Q_z$	0.06	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4
п. 9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	0.76	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOY	0.13	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0.13	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	0.27	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	0.52	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4

**Коэффициент использования 0.76 - Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики**

Экстремальные значения факторов. Группа Вертикальные связи по фермам							
Проверка	Фактор	Минимум			Максимум		
		Элемент	Значение	Комбинация	Элемент	Значение	Комбинация
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента $M_y$	257	0.01	1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4~Сечение 1	215	0.68	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4~Сечение 1
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента $M_z$	267	0.02	1.4*L1+1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1	230	0.04	1.4*L1+1.25*L2+1.05*L4~Сечение 3
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы $Q_y$	215	$3.77e-004$	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4+L5~Сечение 1	260	$4.06e-003$	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4+L5~Сечение 1
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы $Q_z$	256	$2.05e-003$	1.25*L2+1.05*L4~Сечение 3	215	0.06	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4~Сечение 3

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

										Лист
			Изм.	№ док.						152
Изм.	Лист	Лист	Кол.уч		ГИП					



Экстремальные значения факторов. Группа Вертикальные связи по фермам							
Проверка	Фактор	Минимум			Максимум		
		Элемент	Значение	Комбинация	Элемент	Значение	Комбинация
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOY	215	0.13	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4~Сечение 1	226	0.27	1.125*L2+0.945*L4+L6~Сечение 1
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOZ	215	0.13	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4~Сечение 1	226	0.27	1.125*L2+0.945*L4+L6~Сечение 1
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	265	0.2	1.4*L1+1.25*L2+1.05*L4~Сечение 2	235	0.66	1.4*L1+1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	213	0.1	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4+L6~Сечение 1	216	0.74	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4+L6~Сечение 3


**Конструктивная группа Балки покрытия**

**Конструктивная группа Балки покрытия . Элемент № 1052**

Тип элемента: Балка

Сталь: С255

Длина элемента 3.02 м

Количество закреплений сжатого пояса в пролете	Вид нагрузки в пролете	Эпюра М	Пояс, к которому приложена нагрузка
Без закреплений	Равномерно распределенная		Сжатый

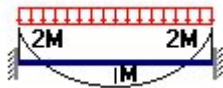
Коэффициент надежности по ответственности 1

Дополнительные коэффициенты условий работы	
Расчет на прочность при сейсмике	0
Расчет на устойчивость при сейсмике	0
При особых (не сейсмических) воздействиях	1
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

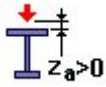
Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба:  
расстояние = 0 м

Взам. инв. №					
Подп. И дата					
Инв. № подл.					
Изм.	Лист	Лист	Кол.уч	ГИП	Лист
					154

Тип эпюры моментов



Положение нагрузки



Высота точки приложения нагрузки = 0 мм

Расстояние между раскреплениями из плоскости изгиба:

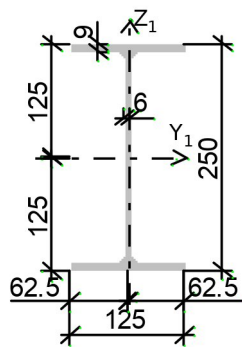
расстояние = 0 м

Коэффициенты расчетной длины, зависящие от условий закреплений опорных сечений:

поворот из плоскости изгиба = 1

депланация = 1

**Сечение**



Профиль: Двутавр балочный нормальный по ГОСТ Р 57837-2017 25Б2

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы	0.12	1.4*L1+1.25*L2+1.2*6*L3+1.05*L4
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента	0.46	1.4*L1+1.25*L2+1.2*6*L3+1.05*L4
п. 8.4.1	Устойчивость плоской формы изгиба при действии момента	0.52	1.4*L1+1.25*L2+1.2*6*L3+1.05*L4
п. 8.2.1	Прочность по приведенным напряжениям при одновременном действии изгибающего момента и поперечной силы	0.34	1.4*L1+1.25*L2+1.2*6*L3+1.05*L4
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	0.35	1.4*L1+1.25*L2+1.05*L4
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	0.25	1.4*L1+1.25*L2+1.2*6*L3+1.05*L4

Име. № подл.	Подп. И дата	Взам. инв. №					Лист
							155
Изм.	Лист	Лист	Кол.уч	Изм.	№ док.	ГИП	

**Коэффициент использования 0.52 - Устойчивость плоской формы изгиба при действии момента**

**Конструктивная группа Балки покрытия . Элемент № 1054**

Тип элемента: Балка

Сталь: С255

Длина элемента 3.02 м

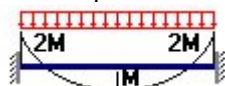
Количество закреплений сжатого пояса в пролете	Вид нагрузки в пролете	Эпюра М	Пояс, к которому приложена нагрузка
Без закреплений	Равномерно распределенная		Сжатый

Коэффициент надежности по ответственности 1

Дополнительные коэффициенты условий работы	
Расчет на прочность при сейсмике	0
Расчет на устойчивость при сейсмике	0
При особых (не сейсмических) воздействиях	1
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба:  
расстояние = 0 м

Тип эпюры моментов



Положение нагрузки



Высота точки приложения нагрузки = 0 мм

Расстояние между раскреплениями из плоскости изгиба:  
расстояние = 0 м

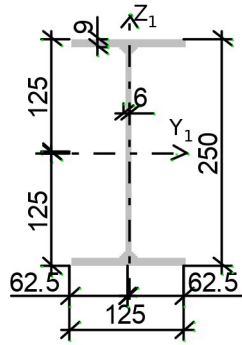
Коэффициенты расчетной длины, зависящие от условий закреплений опорных сечений:  
поворот из плоскости изгиба = 1

депланация = 1

**Сечение**

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

										Лист
			Изм.	№ док.						156
Изм.	Лист	Лист	Кол.уч		ГИП					



Профиль: Двутавр балочный нормальный по ГОСТ Р 57837-2017 25Б2

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы	0.09	1.25*L2+1.05*L4
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента	0.32	1.25*L2+1.05*L4
п. 8.4.1	Устойчивость плоской формы изгиба при действии момента	0.35	1.25*L2+1.05*L4
п. 8.2.1	Прочность по приведенным напряжениям при одновременном действии изгибающего момента и поперечной силы	0.24	1.25*L2+1.05*L4
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	0.35	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	0.21	1.25*L2+1.05*L4

**Коэффициент использования 0.35 - Устойчивость плоской формы изгиба при действии момента**

Экстремальные значения факторов. Группа Балки покрытия							
Проверка	Фактор	Минимум			Максимум		
		Элемент	Значение	Комбинация	Элемент	Значение	Комбинация
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы	570	0.07	1.4*L1+1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1	1052	0.12	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4~Сечение 2
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента	1054	0.32	1.25*L2+1.05*L4~Сечение 2	1052	0.46	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4~Сечение 2

Взам. инв. №	
Подп. И дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	Лист	Кол.уч	Изм.	№ док.	Лист
						157
ГИП						

Экстремальные значения факторов. Группа Балки покрытия							
Проверка	Фактор	Минимум			Максимум		
		Элемент	Значение	Комбинация	Элемент	Значение	Комбинация
							чение 1
п. 8.4.1	Устойчивость плоской формы изгиба при действии момента	1054	0.35	1.25*L2+ 1.05*L4~ Сечение 2	1052	0.52	1.4*L1+1. 25*L2+1. 26*L3+1. 05*L4~Се чение 1
п. 8.2.1	Прочность по приведенным напряжениям при одновременном действии изгибающего момента и поперечной силы	1054	0.24	1.25*L2+ 1.05*L4~ Сечение 2	1052	0.34	1.4*L1+1. 25*L2+1. 26*L3+1. 05*L4~Се чение 1
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1- 8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	570	0.35	1.25*L2+ 1.4*L3+1. 05*L4~Се чение 1	570	0.35	1.25*L2+ 1.4*L3+1. 05*L4~Се чение 1
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	1054	0.21	1.25*L2+ 1.05*L4~ Сечение 2	1052	0.25	1.4*L1+1. 25*L2+1. 26*L3+1. 05*L4~Се чение 1


**Конструктивная группа Прогоны**

**Конструктивная группа Прогоны . Элемент № 815**

Тип элемента: Балка

Сталь: С245

Длина элемента 0.75 м

Количество закреплений сжатого пояса в пролете	Вид нагрузки в пролете	Эпюра M	Пояс, к которому приложена нагрузка
Без закреплений	Равномерно распределенная		Сжатый

Коэффициент надежности по ответственности 1

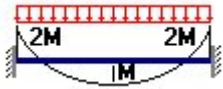
<b>Дополнительные коэффициенты условий работы</b>	
Расчет на прочность при сейсмике	0
Расчет на устойчивость при сейсмике	0
При особых (не сейсмических) воздействиях	1
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

Взам. инв. №	
Подп. И дата	
Инв. № подл.	

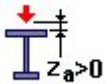
						Лист
			Изм.	№ док.		158
Изм.	Лист	Лист	Кол.уч		ГИП	

Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба:  
расстояние = 0.2 м

Тип эпюры моментов



Положение нагрузки

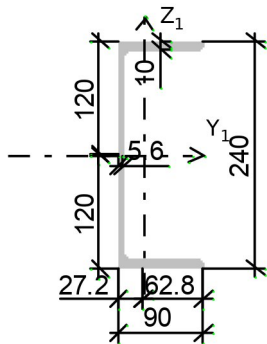


Высота точки приложения нагрузки = 0 мм

Расстояние между раскреплениями из плоскости изгиба:  
расстояние = 0.2 м

Коэффициенты расчетной длины, зависящие от условий закреплений опорных сечений:  
поворот из плоскости изгиба = 1  
депланация = 1

**Сечение**



Профиль: Швеллер с параллельными гранями полков по ГОСТ 8240-89 24П

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы	0.06	1.4*L1+1.25*L2+1.2*6*L3+1.05*L4
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента	0.05	1.4*L1+1.25*L2+1.2*6*L3+1.05*L4
п. 8.4.1	Устойчивость плоской формы изгиба при действии момента	0.05	1.4*L1+1.25*L2+1.2*6*L3+1.05*L4
п. 8.2.1	Прочность по приведенным напряжениям при одновременном действии изгибающего момента и поперечной силы	0.05	1.4*L1+1.25*L2+1.2*6*L3+1.05*L4
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	0.35	1.25*L2+1.05*L4

Име. № подл.	Подп. И дата	Взам. инв. №					Лист
							159
Изм.	Лист	Лист	Кол.уч	Изм.	№ док.	ГИП	

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	0.11	1.4*L1+1.25*L2+1.2*6*L3+1.05*L4


**Коэффициент использования 0.35 - Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости**

**Конструктивная группа Прогоны . Элемент № 864**

Тип элемента: Балка

Сталь: С245

Длина элемента 3 м

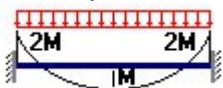
Количество закреплений сжатого пояса в пролете	Вид нагрузки в пролете	Эпюра М	Пояс, к которому приложена нагрузка
Без закреплений	Равномерно распределенная		Сжатый

Коэффициент надежности по ответственности 1

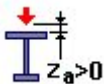
Дополнительные коэффициенты условий работы	
Расчет на прочность при сейсмике	0
Расчет на устойчивость при сейсмике	0
При особых (не сейсмических) воздействиях	1
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба:  
расстояние = 0.2 м

Тип эпюры моментов



Положение нагрузки



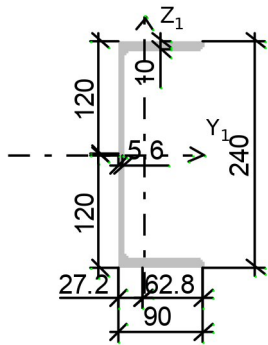
Высота точки приложения нагрузки = 0 мм

Расстояние между раскреплениями из плоскости изгиба:  
расстояние = 0.2 м

Коэффициенты расчетной длины, зависящие от условий закреплений опорных сечений:  
поворот из плоскости изгиба = 1  
депланация = 1

Взам. инв. №	Подп. И дата	Ине. № подл.					Лист
			Изм.	№ док.			160
Изм.	Лист	Лист	Кол.уч		ГИП		

**Сечение**



Профиль: Швеллер с параллельными гранями полок по ГОСТ 8240-89 24П

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы	0.22	1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента	0.95	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4
п. 8.4.1	Устойчивость плоской формы изгиба при действии момента	0.95	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4
п. 8.2.1	Прочность по приведенным напряжениям при одновременном действии изгибающего момента и поперечной силы	0.69	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	0.35	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	0.49	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4

**Коэффициент использования 0.95 - Прочность при действии изгибающего момента**

Экстремальные значения факторов. Группа Прогонь							
Проверка	Фактор	Минимум			Максимум		
		Элемент	Значение	Комбинация	Элемент	Значение	Комбинация
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы	815	0.06	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4~Сечение 1	640	0.24	1.4*L1+1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента	815	0.05	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4~Сечение 1	864	0.95	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4~Сечение 1

Взам. инв. №	
Подп. И дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	Лист	Кол.уч	ГИП	Лист
					161

Экстремальные значения факторов. Группа Прогоны							
Проверка	Фактор	Минимум			Максимум		
		Элемент	Значение	Комбинация	Элемент	Значение	Комбинация
				чение 1			чение 1
п. 8.4.1	Устойчивость плоской формы изгиба при действии момента	815	0.05	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4~Сечение 1	864	0.95	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4~Сечение 1
п. 8.2.1	Прочность по приведенным напряжениям при одновременном действии изгибающего момента и поперечной силы	815	0.05	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4~Сечение 1	864	0.69	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4~Сечение 1
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	198	0.35	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4-L6~Сечение 1	198	0.35	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4-L6~Сечение 1
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	815	0.11	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4~Сечение 1	864	0.49	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4~Сечение 1

### Конструктивная группа Вертикальные связи

#### Конструктивная группа Вертикальные связи . Элемент № 593

Тип элемента: Элемент общего вида


Сталь: С255

Длина элемента 4.07 м

Предельная гибкость для сжатых элементов: 200

Предельная гибкость для растянутых элементов: 400

Коэффициент условий работы 1

Количество закреплений сжатого пояса в пролете	Вид нагрузки в пролете	Эпюра М	Пояс, к которому приложена нагрузка
Без закреплений	Равномерно распределенная		Сжатый

Коэффициент надежности по ответственности 1

Взам. инв. №		Подп. И дата		Изм.	№ док.	Лист
Ине. № подл.		Изм.	Лист	Лист	Кол.уч	Лист
ГИП						162

### Дополнительные коэффициенты условий работы

Расчет на прочность при сейсмике	0
Расчет на устойчивость при сейсмике	0
При особых (не сейсмических) воздействиях	1
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

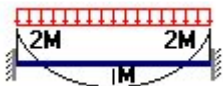
Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OZ_1$  1

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OY_1$  1

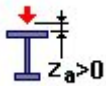
Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба:

расстояние = 0 м

Тип эпюры моментов



Положение нагрузки



Высота точки приложения нагрузки = 0 мм

Расстояние между раскреплениями из плоскости изгиба:

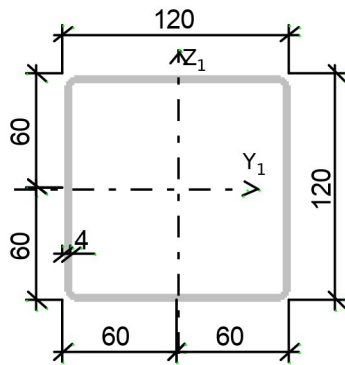
расстояние = 0 м

Коэффициенты расчетной длины, зависящие от условий закреплений опорных сечений:

поворот из плоскости изгиба = 1

депланация = 1

**Сечение**



Профиль: Квадратные трубы по ГОСТ 30245-94 120x4

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента $M_y$	0.01	$1.4 \cdot L1 + 1.25 \cdot L2 + 1.0 \cdot 5 \cdot L4$
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента $M_z$	0.04	$0.7 \cdot L1 + 1.125 \cdot L2 + 0.945 \cdot L4 + L6$
п. 8.2.1	Прочность при действии	$5.54 \cdot 10^{-004}$	$0.7 \cdot L1 + 1.125 \cdot L2 + 0.$

Взам. инв. №						Лист
Подп. и дата						163
Инв. № подл.						Лист
	Изм.	Лист	Лист	Кол.уч	ГИП	

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
	поперечной силы $Q_y$		945*L4-L6
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы $Q_z$	$2.26 \cdot 10^{-003}$	$1.4 \cdot L1 + 1.25 \cdot L2 + 1.05 \cdot L4$
п. 9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	0.11	$0.7 \cdot L1 + 1.125 \cdot L2 + 0.945 \cdot L4 + L6$
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOY (XOU)	0.11	$0.7 \cdot L1 + 1.125 \cdot L2 + 0.945 \cdot L4 + L6$
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOZ (XOV)	0.11	$0.7 \cdot L1 + 1.125 \cdot L2 + 0.945 \cdot L4 + L6$
пп. 9.2.9, 9.2.10, 9.3.1, 9.3.2	Устойчивость при сжатии с изгибом в двух плоскостях	0.18	$0.7 \cdot L1 + 1.125 \cdot L2 + 0.945 \cdot L4 + L6$
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOY	0.43	$1.25 \cdot L2 + 1.4 \cdot L3 + 1.05 \cdot L4$
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0.43	$1.25 \cdot L2 + 1.4 \cdot L3 + 1.05 \cdot L4$
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	0.45	$1.4 \cdot L1 + 1.25 \cdot L2 + 1.05 \cdot L4$
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	0.59	$1.125 \cdot L2 + 0.945 \cdot L4 - L5$

**Коэффициент использования 0.59 - Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости**

**Конструктивная группа Вертикальные связи . Элемент № 620**

Тип элемента: Элемент общего вида


Сталь: С255

Длина элемента 4.07 м

Предельная гибкость для сжатых элементов: 200

Предельная гибкость для растянутых элементов: 400

Коэффициент условий работы 1

Количество закреплений сжатого пояса в пролете	Вид нагрузки в пролете	Эпюра M	Пояс, к которому приложена нагрузка
Без закреплений	Равномерно распределенная		Сжатый

Коэффициент надежности по ответственности 1

Взам. инв. №		Подп. И дата		Изм.	№ док.	Лист
Ине. № подл.				Изм.	Лист	Лист
						164

### Дополнительные коэффициенты условий работы

Расчет на прочность при сейсмике	0
Расчет на устойчивость при сейсмике	0
При особых (не сейсмических) воздействиях	1
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

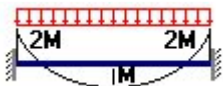
Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OZ_1$  1

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OY_1$  1

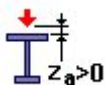
Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба:

расстояние = 0 м

Тип эпюры моментов



Положение нагрузки



Высота точки приложения нагрузки = 0 мм

Расстояние между раскреплениями из плоскости изгиба:

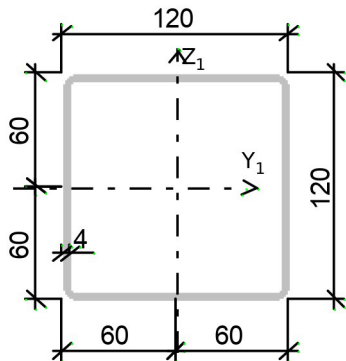
расстояние = 0 м

Коэффициенты расчетной длины, зависящие от условий закреплений опорных сечений:

поворот из плоскости изгиба = 1

депланация = 1

**Сечение**



Профиль: Квадратные трубы по ГОСТ 30245-94 120x4

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента $M_y$	0.01	$1.25 \cdot L2 + 1.4 \cdot L3 + 1.0 \cdot 5 \cdot L4$
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы $Q_z$	$1.99 \cdot 10^{-003}$	$1.25 \cdot L2 + 1.4 \cdot L3 + 1.0 \cdot 5 \cdot L4$
п. 9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы	0.07	$0.7 \cdot L1 + 1.125 \cdot L2 + 0.945 \cdot L4 - L5$

Взам. инв. №
Подп. и дата
Инв. № подл.

Изм.	Лист	Лист	Кол.уч	Изм.	№ док.		Лист
						ГИП	165

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
	и изгибающих моментов без учета пластики		
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOY (XOU)	0.11	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4-L5
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOZ (XOV)	0.11	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4-L5
пп. 9.2.2, 9.2.10	Устойчивость в плоскости действия момента Mu при внецентренном сжатии	0.13	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4-L5
пп. 9.2.4, 9.2.5, 9.2.8, 9.2.10	Устойчивость из плоскости действия момента Mu при внецентренном сжатии	0.13	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4-L5
п. 7.1.1	Прочность при центральном сжатии/растяжении	0.06	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4-L5
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOY	0.43	1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0.43	1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	0.45	1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	0.45	1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4

**Коэффициент использования 0.45 - Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости**

Экстремальные значения факторов. Группа Вертикальные связи							
Проверка	Фактор	Минимум			Максимум		
		Элемент	Значение	Комбинация	Элемент	Значение	Комбинация
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента Mu	609	0.01	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4~Сечение 1	597	0.04	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4+L6~Сечение 1
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента Mz	601	0.04	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4-L6~Сечение 3	598	0.08	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4+L6~Сечение 3
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы Qu	601	5.54e-004	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4+L6~Сечение 1	598	4.47e-003	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4+L6~Сечение 1
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы Qz	591	1.99e-003	1.4*L1+1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1	605	3.15e-003	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4~Сечение 1

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

							Лист
			Изм.	№ док.			166
Изм.	Лист	Лист	Кол.уч		ГИП		

Экстремальные значения факторов. Группа Вертикальные связи							
Проверка	Фактор	Минимум			Максимум		
		Элемент	Значение	Комбинация	Элемент	Значение	Комбинация
							чение 1
п. 9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	591	0.06	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4+L6~Сечение 2	605	0.19	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4-L6~Сечение 1
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOY (XOU)	621	0.03	1.125*L2+0.945*L4+L5~Сечение 3	606	0.13	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4-L6~Сечение 3
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOZ (XOV)	621	0.03	1.125*L2+0.945*L4+L5~Сечение 3	606	0.13	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4-L6~Сечение 3
пп. 9.2.2, 9.2.10	Устойчивость в плоскости действия момента Mu при внецентренном сжатии	622	0.01	1.125*L2+0.945*L4-L6~Сечение 3	619	0.13	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4-L5~Сечение 2
пп. 9.2.9, 9.2.10, 9.3.1, 9.3.2	Устойчивость при сжатии с изгибом в двух плоскостях	621	0.04	1.125*L2+0.945*L4+L5~Сечение 1	605	0.29	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4-L6~Сечение 1
пп. 9.2.4, 9.2.5, 9.2.8, 9.2.10	Устойчивость из плоскости действия момента Mu при внецентренном сжатии	622	0.01	1.125*L2+0.945*L4-L6~Сечение 3	619	0.13	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4-L5~Сечение 2
п. 7.1.1	Прочность при центральном сжатии/растяжении	591	0.05	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4+L6~Сечение 3	604	0.07	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4-L6~Сечение 3
п. 8.4.1	Устойчивость плоской формы изгиба	612	0.01	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4+L6~Сечение 2	613	0.11	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4+L6~Сечение 1
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOY	599	0.43	1.125*L2+0.945*L4+L6~Сечение 1	620	0.43	1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4~Сечение 1
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOZ	599	0.43	1.125*L2+0.945*L4+L6~Сечение 1	620	0.43	1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4~Сечение 1
пп. 7.3.2,	Предельная	621	0.41	1.125*L2	599	0.45	1.125*L2

Име. № подл.	Подп. И дата	Взам. инв. №	

Изм.	Лист	Лист	Кол.уч	Изм.	№ док.	Лист
						167

Экстремальные значения факторов. Группа Вертикальные связи							
Проверка	Фактор	Минимум			Максимум		
		Элемент	Значение	Комбинация	Элемент	Значение	Комбинация
7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	гибкость стенки из условия местной устойчивости			+0.945*L4+L5~Сечение 2			+0.945*L4+L6~Сечение 1
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	620	0.45	1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4~Сечение 1	593	0.59	1.125*L2+0.945*L4~Сечение 1

**Конструктивная группа Горизонтальные связи по фермам**

**Конструктивная группа Горизонтальные связи по фермам . Элемент № 649**

**Тип элемента:** Элемент общего вида


**Сталь:** С255

Длина элемента 3 м

Предельная гибкость для сжатых элементов: 200

Предельная гибкость для растянутых элементов: 400

Коэффициент условий работы 1

Количество закреплений сжатого пояса в пролете	Вид нагрузки в пролете	Эпюра М	Пояс, к которому приложена нагрузка
Без закреплений	Равномерно распределенная		Сжатый

Коэффициент надежности по ответственности 1

Дополнительные коэффициенты условий работы	
Расчет на прочность при сейсмике	0
Расчет на устойчивость при сейсмике	0
При особых (не сейсмических) воздействиях	1
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

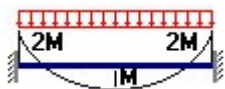
Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OZ_1$  1

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OY_1$  1

Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба:  
расстояние = 0 м

Тип эпюры моментов

Взам. инв. №	Подп. И дата	Ине. № подл.					Лист
			Изм.	№ док.			
Изм.	Лист	Лист	Кол.уч	ГИП		168	



Положение нагрузки



Высота точки приложения нагрузки = 0 мм

Расстояние между раскреплениями из плоскости изгиба:

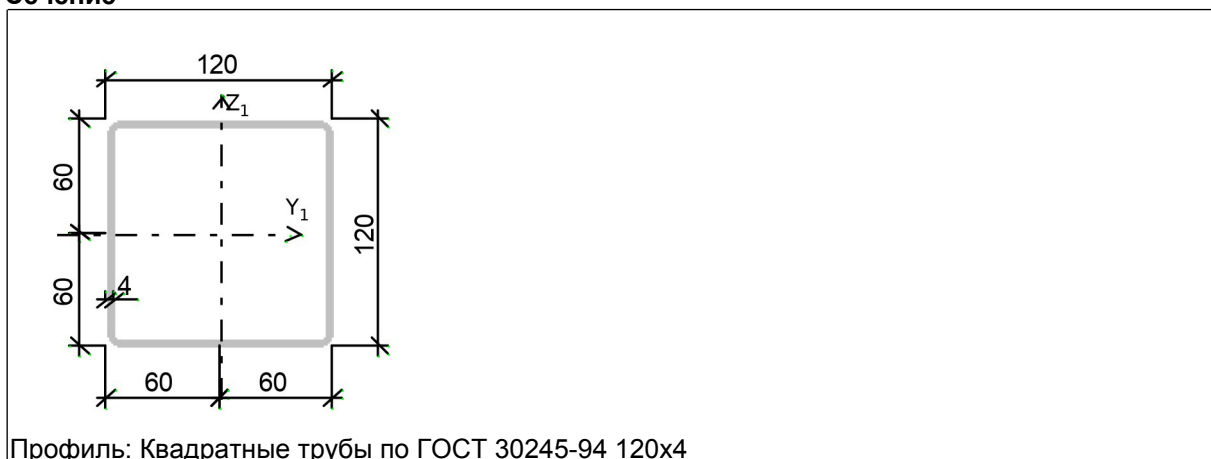
расстояние = 0 м

Коэффициенты расчетной длины, зависящие от условий закреплений опорных сечений:

поворот из плоскости изгиба = 1

депланация = 1

**Сечение**



Профиль: Квадратные трубы по ГОСТ 30245-94 120x4

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента $M_y$	0.03	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента $M_z$	0.03	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4-L5
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы $Q_y$	$2.22 \cdot 10^{-003}$	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4-L5
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы $Q_z$	$4.07 \cdot 10^{-003}$	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4
п. 9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	0.26	1.4*L1+1.25*L2+1.05*L4
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOY (XOU)	0.25	1.4*L1+1.25*L2+1.05*L4
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOZ (XOV)	0.25	1.4*L1+1.25*L2+1.05*L4
пп. 9.2.9, 9.2.10, 9.3.1, 9.3.2	Устойчивость при сжатии с изгибом в двух плоскостях	0.31	1.4*L1+1.25*L2+1.05*L4
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOY	0.32	1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4
п. 10.4.1	Предельная гибкость в	0.32	1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4

Име. № подл.	Подп. И дата	Взам. инв. №	

Изм.	Лист	Лист	Кол.уч	Изм.	№ док.	Лист
						169
ГИП						Лист

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
	плоскости XOZ		5*L4
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	0.49	1.25*L2+1.4*L3+1.0*5*L4
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	0.5	1.125*L2+0.945*L4-L5

**Коэффициент использования 0.5 - Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости**

**Конструктивная группа Горизонтальные связи по фермам . Элемент № 711**

**Тип элемента:** Элемент общего вида


**Сталь:** С255

Длина элемента 3 м

Предельная гибкость для сжатых элементов: 200

Предельная гибкость для растянутых элементов: 400

Коэффициент условий работы 1

Количество закреплений сжатого пояса в пролете	Вид нагрузки в пролете	Эпюра M	Пояс, к которому приложена нагрузка
Без закреплений	Равномерно распределенная		Сжатый

Коэффициент надежности по ответственности 1

Дополнительные коэффициенты условий работы	
Расчет на прочность при сейсмике	0
Расчет на устойчивость при сейсмике	0
При особых (не сейсмических) воздействиях	1
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

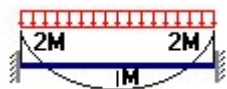
Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OZ_1$  1

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OY_1$  1

Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба:  
расстояние = 0 м

Тип эпюры моментов

Взам. инв. №																					
Подп. И дата																					
Инв. № подл.																					
	Изм.	№ док.																		Лист	
	Изм.	Лист	Лист	Кол.уч		ГИП															170



Положение нагрузки



Высота точки приложения нагрузки = 0 мм

Расстояние между раскреплениями из плоскости изгиба:

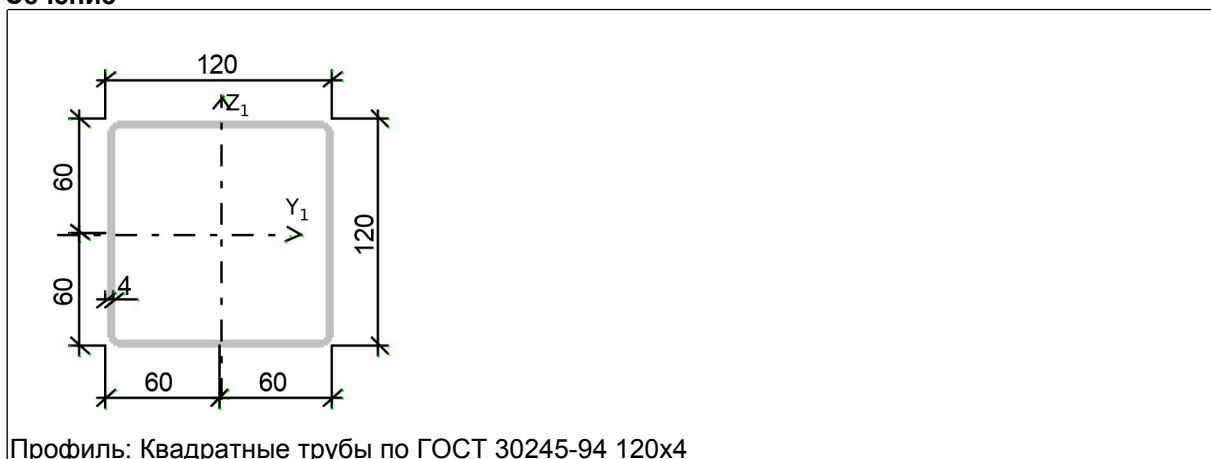
расстояние = 0 м

Коэффициенты расчетной длины, зависящие от условий закреплений опорных сечений:

поворот из плоскости изгиба = 1

депланация = 1

**Сечение**



Профиль: Квадратные трубы по ГОСТ 30245-94 120x4

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента $M_y$	0.58	$1.4 \cdot L1 + 1.25 \cdot L2 + 1.2 \cdot 6 \cdot L3 + 1.05 \cdot L4$
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента $M_z$	0.02	$0.7 \cdot L1 + 1.125 \cdot L2 + 0.945 \cdot L4 + L5$
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы $Q_y$	$1.44 \cdot 10^{-003}$	$0.7 \cdot L1 + 1.125 \cdot L2 + 0.945 \cdot L4 + L5$
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы $Q_z$	0.04	$1.4 \cdot L1 + 1.25 \cdot L2 + 1.2 \cdot 6 \cdot L3 + 1.05 \cdot L4$
п. 9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	0.7	$1.4 \cdot L1 + 1.25 \cdot L2 + 1.2 \cdot 6 \cdot L3 + 1.05 \cdot L4$
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOY (XOU)	0.13	$1.4 \cdot L1 + 1.25 \cdot L2 + 1.2 \cdot 6 \cdot L3 + 1.05 \cdot L4$
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOZ (XOV)	0.13	$1.4 \cdot L1 + 1.25 \cdot L2 + 1.2 \cdot 6 \cdot L3 + 1.05 \cdot L4$
пп. 9.2.9, 9.2.10, 9.3.1, 9.3.2	Устойчивость при сжатии с изгибом в двух плоскостях	0.69	$1.4 \cdot L1 + 1.25 \cdot L2 + 1.2 \cdot 6 \cdot L3 + 1.05 \cdot L4$
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOY	0.32	$1.25 \cdot L2 + 1.05 \cdot L4$
п. 10.4.1	Предельная гибкость в	0.32	$1.25 \cdot L2 + 1.05 \cdot L4$

Име. № подл.	Подп. И дата	Взам. инв. №	

Изм.	Лист	Лист	Кол.уч	ГИП	Лист
					171

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
	плоскости XOZ		
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	0.25	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	0.62	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4-L6

**Коэффициент использования 0.7 - Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики**

Экстремальные значения факторов. Группа Горизонтальные связи по фермам							
Проверка	Фактор	Минимум			Максимум		
		Элемент	Значение	Комбинация	Элемент	Значение	Комбинация
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента $M_y$	624	0.01	1.125*L2+0.945*L4+L6~Сечение 1	711	0.58	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4~Сечение 3
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента $M_z$	696	0.01	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4~Сечение 3	716	0.17	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4-L5~Сечение 3
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы $Q_y$	630	8.03e-004	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4+L6~Сечение 1	716	0.01	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4-L5~Сечение 1
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы $Q_z$	654	2.07e-003	1.4*L1+1.25*L2+1.05*L4~Сечение 3	1032	0.04	1.4*L1+1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1
п. 9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов с учетом пластики	646	0.05	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4-L6~Сечение 2	730	0.27	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4~Сечение 3
п. 9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	741	0.05	1.4*L1+1.25*L2+1.05*L4~Сечение 3	711	0.7	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4~Сечение 3
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOY (XOU)	722	1.79e-004	1.125*L2+0.945*L4+L6~Сечение 2	650	0.3	1.4*L1+1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1

Взам. инв. №	
Подп. И дата	
Ине. № подл.	

										Лист
			Изм.	№ док.						172
Изм.	Лист	Лист	Кол.уч		ГИП					

Экстремальные значения факторов. Группа Горизонтальные связи по фермам							
Проверка	Фактор	Минимум			Максимум		
		Элемент	Значение	Комбинация	Элемент	Значение	Комбинация
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости ХОZ (ХOУ)	722	1.79e-004	1.125*L2+0.945*L4~Сечение 2	650	0.3	1.4*L1+1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1
пп. 9.2.2, 9.2.10	Устойчивость в плоскости действия момента Mu при внецентренном сжатии	647	0.01	1.125*L2+0.945*L4~Сечение 2	647	0.01	1.125*L2+0.945*L4~Сечение 2
пп. 9.2.8, 9.2.10, 9.3.1, 9.3.2	Устойчивость в плоскости действия момента Mz при внецентренном сжатии	722	1.5e-003	1.125*L2+0.945*L4~Сечение 2	1031	0.02	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4+L6~Сечение 1
пп. 9.2.9, 9.2.10, 9.3.1, 9.3.2	Устойчивость при сжатии с изгибом в двух плоскостях	663	0.01	1.125*L2+0.945*L4~Сечение 2	711	0.69	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4~Сечение 3
пп. 9.2.4, 9.2.5, 9.2.8, 9.2.10	Устойчивость из плоскости действия момента Mu при внецентренном сжатии	647	0.01	1.125*L2+0.945*L4~Сечение 2	647	0.01	1.125*L2+0.945*L4~Сечение 2
пп. 9.2.4, 9.2.5, 9.2.8, 9.2.10, 9.3.1, 9.3.2	Устойчивость из плоскости действия момента Mz при внецентренном сжатии	722	1.52e-003	1.125*L2+0.945*L4~Сечение 2	1031	0.02	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4+L6~Сечение 1
п. 8.4.1	Устойчивость плоской формы изгиба	635	0.02	1.125*L2+0.945*L4~Сечение 1	1031	0.2	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4+L6~Сечение 3
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости ХOУ	633	0.16	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4~Сечение 1	662	0.36	1.125*L2+0.945*L4~Сечение 1
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости ХOZ	633	0.16	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4~Сечение 1	662	0.36	1.125*L2+0.945*L4~Сечение 1
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	711	0.25	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4~Сечение 1	650	0.6	1.4*L1+1.25*L2+1.05*L4~Сечение 3
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного)	649	0.5	1.125*L2+0.945*L4~Сечение 1	1032	0.64	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4~Сечение 1

Взам. инв. №	
Подп. И дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	Лист	Кол.уч	ГИП	Лист
					173

Экстремальные значения факторов. Группа Горизонтальные связи по фермам							
Проверка	Фактор	Минимум			Максимум		
		Элемент	Значение	Комбинация	Элемент	Значение	Комбинация
	листа) из условия местной устойчивости			L5~Сечение 1			L5~Сечение 1

**Конструктивная группа Горо связи по верхним поясам ферм**

**Конструктивная группа Горо связи по верхним поясам ферм. Элемент № 931**

**Тип элемента:** Элемент общего вида


**Сталь:** С255

Длина элемента 4.25 м

Предельная гибкость для сжатых элементов: 200

Предельная гибкость для растянутых элементов: 400

Коэффициент условий работы 1

Количество закреплений сжатого пояса в пролете	Вид нагрузки в пролете	Эпюра М	Пояс, к которому приложена нагрузка
Без закреплений	Равномерно распределенная		Сжатый

Коэффициент надежности по ответственности 1

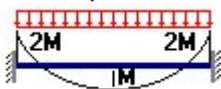
Дополнительные коэффициенты условий работы	
Расчет на прочность при сейсмике	0
Расчет на устойчивость при сейсмике	0
При особых (не сейсмических) воздействиях	1
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OZ_1$  1

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OY_1$  1

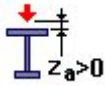
Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба:  
расстояние = 0 м

Тип эпюры моментов



Положение нагрузки

Взам. инв. №	Подп. И дата	Ине. № подл.					Лист
			Изм.	№ док.		174	
Изм.	Лист	Лист	Кол.уч	ГИП			



Высота точки приложения нагрузки = 0 мм

Расстояние между раскреплениями из плоскости изгиба:  
расстояние = 0 м

Коэффициенты расчетной длины, зависящие от условий закреплений опорных сечений:  
поворот из плоскости изгиба = 1

депланация = 1

**Сечение**



Профиль: Квадратные трубы по ГОСТ 30245-94 120x4

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента $M_y$	0.02	$1.4 \cdot L1 + 1.25 \cdot L2 + 1.2 \cdot 6 \cdot L3 + 1.05 \cdot L4$
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы $Q_z$	$2.82 \cdot 10^{-003}$	$1.4 \cdot L1 + 1.25 \cdot L2 + 1.2 \cdot 6 \cdot L3 + 1.05 \cdot L4$
п. 9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов с учетом пластики	0.12	$1.4 \cdot L1 + 1.25 \cdot L2 + 1.2 \cdot 6 \cdot L3 + 1.05 \cdot L4$
п. 9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	0.08	$1.25 \cdot L2 + 1.05 \cdot L4$
п. 7.1.1	Прочность при центральном сжатии/растяжении	0.12	$1.4 \cdot L1 + 1.25 \cdot L2 + 1.2 \cdot 6 \cdot L3 + 1.05 \cdot L4$
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOY	0.23	$1.4 \cdot L1 + 1.25 \cdot L2 + 1.2 \cdot 6 \cdot L3 + 1.05 \cdot L4$
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0.23	$1.4 \cdot L1 + 1.25 \cdot L2 + 1.2 \cdot 6 \cdot L3 + 1.05 \cdot L4$

Коэффициент использования 0.23 - Предельная гибкость в плоскости XOY

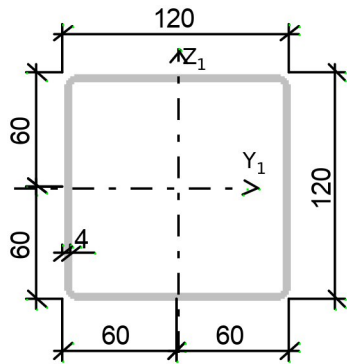
Конструктивная группа Горо связи по верхним поясам ферм. Элемент № 968

Тип элемента: Элемент общего вида

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

										Лист
			Изм.	№ док.						175
Изм.	Лист	Лист	Кол.уч		ГИП					





Профиль: Квадратные трубы по ГОСТ 30245-94 120x4

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента $M_y$	0.02	1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы $Q_z$	$2.82 \cdot 10^{-003}$	1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4
п. 9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	0.53	1.4*L1+1.25*L2+1.05*L4
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOY (XOU)	0.75	1.4*L1+1.25*L2+1.05*L4
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOZ (XOV)	0.75	1.4*L1+1.25*L2+1.05*L4
пп. 9.2.2, 9.2.10	Устойчивость в плоскости действия момента $M_y$ при внецентренном сжатии	0.75	1.4*L1+1.25*L2+1.05*L4
пп. 9.2.4, 9.2.5, 9.2.8, 9.2.10	Устойчивость из плоскости действия момента $M_y$ при внецентренном сжатии	0.78	1.4*L1+1.25*L2+1.05*L4
п. 7.1.1	Прочность при центральном сжатии/растяжении	0.51	1.4*L1+1.25*L2+1.05*L4
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOY	0.45	1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0.45	1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	0.55	1.4*L1+1.25*L2+1.05*L4
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	0.55	1.4*L1+1.25*L2+1.05*L4

**Коэффициент использования 0.78 - Устойчивость из плоскости действия момента  $M_y$  при внецентренном сжатии**

Име. № подл.	Подп. И дата	Взам. инв. №					Лист
							177
Изм.	Лист	Лист	Кол.уч	Изм.	№ док.	ГИП	

Экстремальные значения факторов. Группа Горо связи по верхним поясам ферм							
Проверка	Фактор	Минимум			Максимум		
		Элемент	Значение	Комбинация	Элемент	Значение	Комбинация
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента $M_u$	930	0.02	1.25*L2+1.05*L4~Сечение 2	930	0.02	1.25*L2+1.05*L4~Сечение 2
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы $Q_z$	930	2.82e-003	1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1	930	2.82e-003	1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1
п. 9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов с учетом пластики	952	0.12	1.4*L1+1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1	948	0.23	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4~Сечение 1
п. 9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	965	0.04	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4~Сечение 2	968	0.53	1.4*L1+1.25*L2+1.05*L4~Сечение 2
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOY (XOU)	966	0.03	1.125*L2+0.945*L4~Сечение 3	968	0.75	1.4*L1+1.25*L2+1.05*L4~Сечение 3
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOZ (XOV)	966	0.03	1.125*L2+0.945*L4~Сечение 3	968	0.75	1.4*L1+1.25*L2+1.05*L4~Сечение 3
пп. 9.2.2, 9.2.10	Устойчивость в плоскости действия момента $M_u$ при внецентренном сжатии	966	0.05	1.125*L2+0.945*L4~Сечение 2	968	0.75	1.4*L1+1.25*L2+1.05*L4~Сечение 2
пп. 9.2.4, 9.2.5, 9.2.8, 9.2.10	Устойчивость из плоскости действия момента $M_u$ при внецентренном сжатии	966	0.05	1.125*L2+0.945*L4~Сечение 2	968	0.78	1.4*L1+1.25*L2+1.05*L4~Сечение 2
п. 7.1.1	Прочность при центральном сжатии/растяжении	1000	0.03	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4+L6~Сечение 3	968	0.51	1.4*L1+1.25*L2+1.05*L4~Сечение 3
п. 8.4.1	Устойчивость плоской формы изгиба	966	0.02	1.125*L2+0.945*L4~L5~Сечение 2	964	0.02	1.25*L2+1.05*L4~Сечение 2

Взам. инв. №	
Подп. И дата	
Инв. № подл.	

										Лист
			Изм.	№ док.						178
Изм.	Лист	Лист	Кол.уч		ГИП					

Экстремальные значения факторов. Группа Горо связи по верхним поясам ферм							
Проверка	Фактор	Минимум			Максимум		
		Элемент	Значение	Комбинация	Элемент	Значение	Комбинация
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOY	931	0.23	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4~Сечение 1	957	0.45	1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOZ	931	0.23	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4~Сечение 1	957	0.45	1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	930	0.44	1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1	936	0.55	1.4*L1+1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	930	0.44	1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1	936	0.55	1.4*L1+1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1

### Конструктивная группа Распорки

#### Конструктивная группа Распорки . Элемент № 575

Тип элемента: Элемент общего вида

Сталь: С255

Длина элемента 6 м

Предельная гибкость для сжатых элементов: 200

Предельная гибкость для растянутых элементов: 400

Коэффициент условий работы 1

Количество закреплений сжатого пояса в пролете	Вид нагрузки в пролете	Эпюра М	Пояс, к которому приложена нагрузка
Без закреплений	Равномерно распределенная		Сжатый

Коэффициент надежности по ответственности 1

Дополнительные коэффициенты условий работы	
Расчет на прочность при сейсмике	0
Расчет на устойчивость при сейсмике	0
При особых (не сейсмических) воздействиях	1

Взам. инв. №	
Подп. И дата	
Ине. № подл.	

										Лист
			Изм.	№ док.						179
Изм.	Лист	Лист	Кол.уч		ГИП					

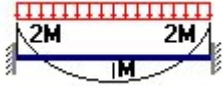
**Дополнительные коэффициенты условий работы**

Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1
--	---

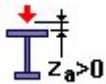
Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OZ_1$  1  
 Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OY_1$  1

Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба:  
 расстояние = 0 м

Тип эпюры моментов



Положение нагрузки

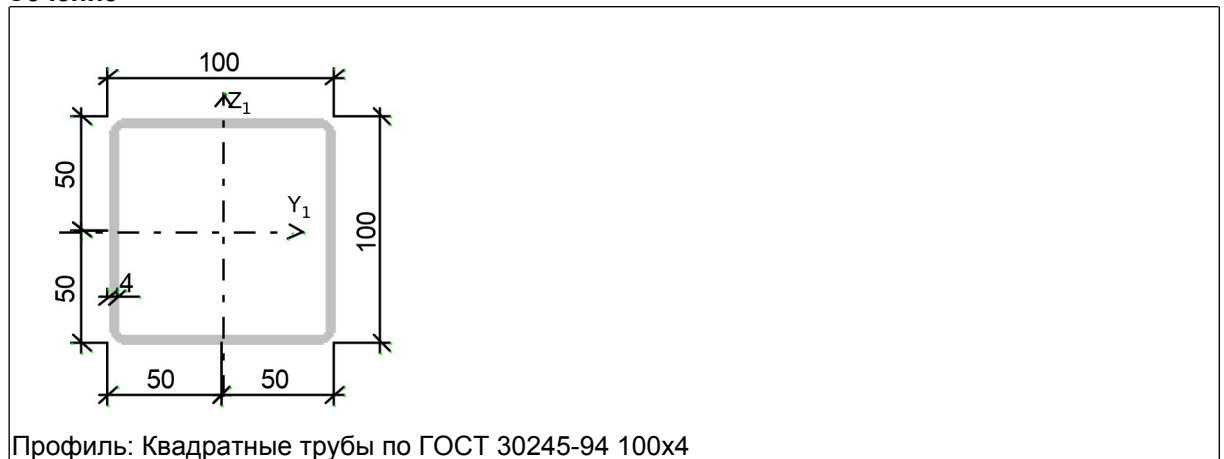


Высота точки приложения нагрузки = 0 мм

Расстояние между раскреплениями из плоскости изгиба:  
 расстояние = 0 м

Коэффициенты расчетной длины, зависящие от условий закреплений опорных сечений:  
 поворот из плоскости изгиба = 1  
 депланация = 1

**Сечение**



Профиль: Квадратные трубы по ГОСТ 30245-94 100x4

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента $M_y$	0.05	$1.4 \cdot L1 + 1.25 \cdot L2 + 1.2 \cdot 6 \cdot L3 + 1.05 \cdot L4$
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы $Q_z$	$3.99 \cdot 10^{-003}$	$1.4 \cdot L1 + 1.25 \cdot L2 + 1.2 \cdot 6 \cdot L3 + 1.05 \cdot L4$
п. 9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	0.07	$1.4 \cdot L1 + 1.25 \cdot L2 + 1.2 \cdot 6 \cdot L3 + 1.05 \cdot L4$
п. 7.1.1	Прочность при центральном	0.02	$1.4 \cdot L1 + 1.25 \cdot L2 + 1.2$

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	Лист	Кол.уч	ГИП	Лист
					180

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
	сжатию/растяжению		6*L3+1.05*L4
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOY	0.39	1.4*L1+1.25*L2+1.2 6*L3+1.05*L4
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0.39	1.4*L1+1.25*L2+1.2 6*L3+1.05*L4
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	0.2	1.4*L1+1.25*L2+1.2 6*L3+1.05*L4
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	0.1	1.25*L2+1.05*L4

Коэффициент использования 0.39 - Предельная гибкость в плоскости XOY

**Конструктивная группа Распорки . Элемент № 588**

Тип элемента: Элемент общего вида

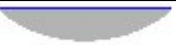
Сталь: С255

Длина элемента 6 м

Предельная гибкость для сжатых элементов: 200

Предельная гибкость для растянутых элементов: 400

Коэффициент условий работы 1

Количество закреплений сжатого пояса в пролете	Вид нагрузки в пролете	Эпюра M	Пояс, к которому приложена нагрузка
Без закреплений	Равномерно распределенная		Сжатый

Коэффициент надежности по ответственности 1

Дополнительные коэффициенты условий работы	
Расчет на прочность при сейсмике	0
Расчет на устойчивость при сейсмике	0
При особых (не сейсмических) воздействиях	1
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

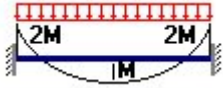
Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OZ_1$  1

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OY_1$  1

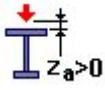
Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба:  
расстояние = 0 м

Взам. инв. №		Подп. И дата		Изм.	№ док.	Изм.	Лист	Лист	Кол.уч	ГИП	Лист
											181

Тип эпюры моментов



Положение нагрузки



Высота точки приложения нагрузки = 0 мм

Расстояние между раскреплениями из плоскости изгиба:

расстояние = 0 м

Коэффициенты расчетной длины, зависящие от условий закреплений опорных сечений:

поворот из плоскости изгиба = 1

депланация = 1

**Сечение**



Профиль: Квадратные трубы по ГОСТ 30245-94 100x4

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента $M_y$	0.05	1.4*L1+1.25*L2+1.2*6*L3+1.05*L4
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы $Q_z$	$3.99 \cdot 10^{-003}$	1.4*L1+1.25*L2+1.2*6*L3+1.05*L4
п. 9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	0.06	1.4*L1+1.25*L2+1.2*6*L3+1.05*L4
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOY (XOU)	$1.33 \cdot 10^{-003}$	1.125*L2+0.945*L4+L5
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOZ (XOV)	$1.33 \cdot 10^{-003}$	1.125*L2+0.945*L4+L5
п. 7.1.1	Прочность при центральном сжатии/растяжении	0.01	1.4*L1+1.25*L2+1.2*6*L3+1.05*L4
п. 8.4.1	Устойчивость плоской формы изгиба	0.05	1.125*L2+0.945*L4+L5
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOY	0.77	1.125*L2+0.945*L4+L5
п. 10.4.1	Предельная гибкость в	0.77	1.125*L2+0.945*L4

Име. № подл.	Подп. И дата	Взам. инв. №	

Изм.	Лист	Лист	Кол.уч	Изм.	№ док.	ГИП	Лист
							182

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
	плоскости XOZ		+L5
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	0.36	1.125*L2+0.945*L4+L5
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	0.36	1.125*L2+0.945*L4+L5

### Коэффициент использования 0.77 - Предельная гибкость в плоскости XOY

Экстремальные значения факторов. Группа Распорки							
Проверка	Фактор	Минимум			Максимум		
		Элемент	Значение	Комбинация	Элемент	Значение	Комбинация
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента $M_y$	571	0.05	1.25*L2+1.05*L4~Сечение 2	571	0.05	1.25*L2+1.05*L4~Сечение 2
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы $Q_z$	571	3.99e-003	1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1	571	3.99e-003	1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1
п. 9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	571	0.05	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4~Сечение 2	590	0.07	1.4*L1+1.25*L2+1.05*L4~Сечение 2
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOY (XOY)	584	1.15e-003	1.125*L2+0.945*L4+L6~Сечение 1	573	0.03	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4-L5~Сечение 1
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOZ (XOZ)	584	1.15e-003	1.125*L2+0.945*L4+L6~Сечение 1	573	0.03	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4-L5~Сечение 1
пп. 9.2.2, 9.2.10	Устойчивость в плоскости действия момента $M_y$ при внецентренном сжатии	582	0.05	1.125*L2+0.945*L4+L6~Сечение 2	573	0.08	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4-L5~Сечение 2
пп. 9.2.4, 9.2.5, 9.2.8, 9.2.10	Устойчивость из плоскости действия момента $M_y$ при внецентренном сжатии	582	0.05	1.125*L2+0.945*L4+L6~Сечение 2	573	0.07	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4-L5~Сечение 2
п. 7.1.1	Прочность при центральном сжатии/растяжении	571	1.36e-003	0.7*L1+1.125*L2+0.945*L4-	590	0.02	1.4*L1+1.25*L2+1.05*L4~Ce

Име. № подл.	Подп. И дата	Взам. инв. №	

			Изм.	№ док.					Лист
Изм.	Лист	Лист	Кол.уч		ГИП				183

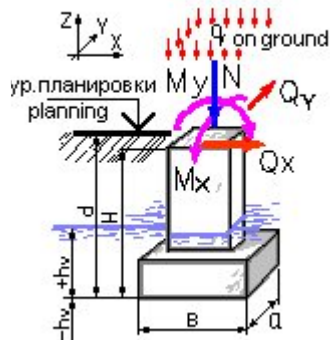
Экстремальные значения факторов. Группа Распорки							
Проверка	Фактор	Минимум			Максимум		
		Элемент	Значение	Комбинация	Элемент	Значение	Комбинация
				L6~Сечение 1			чение 1
п. 8.4.1	Устойчивость плоской формы изгиба	573	0.05	1.125*L2+0.945*L4+L5~Сечение 2	571	0.05	1.25*L2+1.05*L4~Сечение 2
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOY	575	0.39	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4~Сечение 1	588	0.77	1.125*L2+0.945*L4+L5~Сечение 1
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOZ	575	0.39	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4~Сечение 1	588	0.77	1.125*L2+0.945*L4+L5~Сечение 1
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	575	0.2	1.4*L1+1.25*L2+1.26*L3+1.05*L4~Сечение 2	571	0.36	1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	590	0.09	1.25*L2+1.4*L3+1.05*L4~Сечение 2	571	0.36	1.25*L2+1.05*L4~Сечение 1

Име. № подл.	Подп. И дата	Взам. инв. №				Лист
Изм.	Лист	Лист	Кол.уч	Изм.	№ док.	Лист 184
					ГИП	

## Результаты расчета

Тип фундамента  
 Столбчатый на естественном основании

### 1. - Исходные данные:



Тип грунта в основании фундамента  
 Пылевато-глинистые, крупнообломочные с пылевато-глинистым заполнителем  
 $0.25 < I_L < 0.5$

Тип расчета  
 Проверить заданный

Способ расчета  
 Расчет основания по деформациям

Способ определения характеристик грунта  
 На основе непосредственных испытаний

Конструктивная схема здания  
 Жёсткая при  $2.5 < (L/H) < 4$   
 Фундамент Прямоугольный

Наличие подвала  
 Нет

Инв. № подл.	Подп. И дата	Взам. инв. №					Лист
			Изм.	№ док.			
Изм.	Лист	Лист	Кол.уч	ГИП		185	

Исходные данные для расчета  $k_{ver}=0.85$ :

Объемный вес грунта (G) 2.04 тс/м<sup>3</sup>

Угол внутреннего трения (Fi) 20 °

Удельное сцепление грунта (C) 6.2 тс/м<sup>2</sup>

Уровень грунтовых вод (Hv) -30 м

Высота фундамента (H) 2.15 м

Размеры подошвы фундамента  $b= 1.8$  м,  $a= 1.5$  м

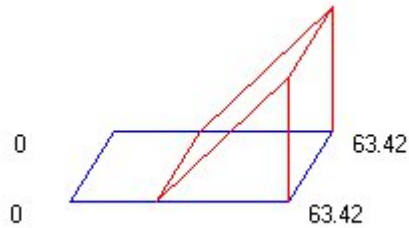
Глубина заложения фундамента от уровня планировки (без подвала) (d) 2.3 м

Усредненный коэффициент надежности по нагрузке 1.15

Расчетные нагрузки:

Наименование	Величина	Ед. измерения	Примечания
N	45	тс	
M <sub>y</sub>	32	тс*м	
Q <sub>x</sub>	0	тс	
M <sub>x</sub>	0	тс*м	
Q <sub>y</sub>	0	тс	
q	0	тс/м <sup>2</sup>	

2. - Выводы:



По расчету по деформациям коэффициент использования  $K= 1.58$  (Отрыв подошвы)

Расчетное сопротивление грунта основания 63.05 тс/м<sup>2</sup>

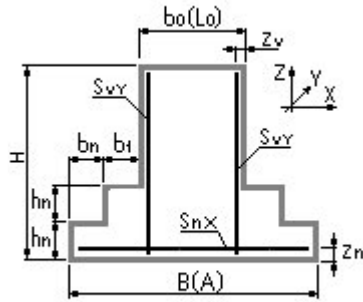
Максимальное напряжение в расчетном слое грунта в основном сочетании 63.42 тс/м<sup>2</sup>

Отрыв подошвы 39.43 %

Расчетные моменты на уровне подошвы фундамента:  $M_x= 0$  тс\*м,  $M_y= 32$  тс\*м

3. - Результаты конструирования:

Име. № подл.	Подп. И дата	Взам. инв. №								
			Изм.	№ док.						Лист
			Изм.	Лист	Лист	Кол.уч		ГИП		186



Геометрические характеристики конструкции:

Наименование	Обозначение	Величина	Ед. измерения
Заданная длина подошвы	(A)	1,5	м
Заданная ширина подошвы	(B)	1,8	м
Ширина сечения подколонника	(b0)	0,9	м
Длина сечения подколонника	(L0)	0,9	м
Высота ступеней фундамента	(hn)	0,5	м
Защитный слой подколонника	(zv)	3,5	см
Защитный слой арматуры подошвы	(zn)	7,0	см
Длина ступени верхней вдоль X	(b1)	0,45	м
Длина ступени верхней вдоль Y	(a1)	0,3	м
Количество ступеней вдоль X	(nx)	1	шт.
Количество ступеней вдоль Y	(ny)	1	шт.
Класс бетона	(Rb)	B25	

Расчет на продавливание подколонником и верхней ступенью при заданной геометрии не требуется.

Подошва столбчатого фундамента

Рабочая арматура вдоль X 6D 12 A 400

По прочности по нормальному сечению армирование ДОСТАТОЧНО.

Подошва столбчатого фундамента

Рабочая арматура вдоль Y 9D 12 A 400

По прочности по нормальному сечению армирование ДОСТАТОЧНО.

Подколонник столбчатого фундамента, грани вдоль X

Вертикальная рабочая арматура 5D 12 A 400

По прочности по нормальному сечению армирование ДОСТАТОЧНО.

Подколонник столбчатого фундамента, грани вдоль Y

Вертикальная рабочая арматура 5D 12 A 400

По прочности по нормальному сечению армирование ДОСТАТОЧНО.

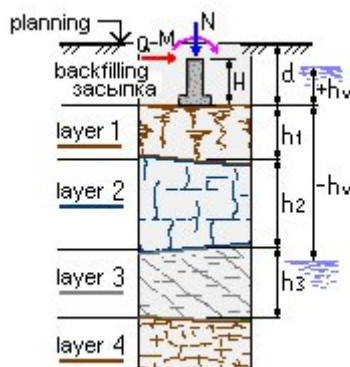
Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	Лист	Кол.уч	ГИП	Лист
					187

## Результаты расчета

Тип расчета:  
Деформации основания

### 1. - Исходные данные:



Тип фундамента:  
Прямоугольный

Способ расчета:  
Расчет осадки

Исходные данные для расчета:

Глубина заложения фундамента ( $d$ ) 2.3 м  
 Высота фундамента ( $H$ ) 2.15 м  
 Ширина подошвы фундамента ( $b$ ) 1.8 м  
 Длина подошвы фундамента ( $a$ ) 1.5 м  
 Уровень грунтовых вод ( $h_v$ ) -30 м

Характеристики грунтов по слоям

Номер слоя	Тип грунта	Толщина, м	Модуль E	Ед. измерения
Слой 1	Суглинки	не определено	2568	тс/м <sup>2</sup>

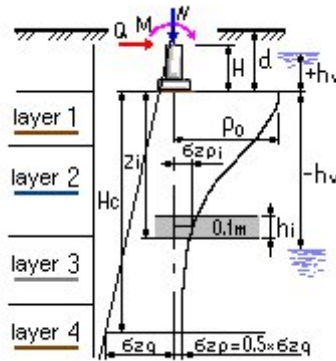
Взам. инв. №					
	Подп. И дата				
Инв. № подл.					
				Изм.	№ док.
Изм.	Лист	Лист	Кол.уч	ГИП	

От уровня планировки до природного рельефа 0 м

Нормативная нагрузка на фундамент:

Обозначение	Величина	Ед.измерений	Примечания
N	45	тс	
M <sub>y</sub>	32	тс*м	
Q <sub>x</sub>	0	тс	
M <sub>x</sub>	0	тс*м	
Q <sub>y</sub>	0	тс	
q	0	тс/м <sup>2</sup>	

## 2. - Выводы:



Осадка основания  $S = 7.33$  мм

Крен фундамента в направлении оси X = 0.00855

Крен фундамента в направлении оси Y = 0

Нижняя граница сжимаемой толщи (считая от подошвы) (H<sub>c</sub>) 2.2 м

Расчет осадки выполнен по схеме линейно-деформируемого полупространства  
 $E_{mid} = 2568$  (тс/м<sup>2</sup>) (Средний модуль деформации рассчитан пропорционально площадям эпюры вертикальных напряжений в грунте)

Взам. инв. №	Подп. И дата	Инв. № подл.					Лист
			Изм.	№ док.			
Изм.	Лист	Лист	Кол.уч	ГИП		189	

### Выводы:

В результате расчета навеса установлено, что прочность стального каркаса блоков №1-№4 обеспечена. Получены следующие коэффициенты использования сечений:

*Блок №1:*

**Колонны** – монолитные железобетонные сечением 500х400 мм. Армирование продольное - 2Ø16, 6Ø28, 4Ø32, поперечное - Ø10A240 шаг 200 мм.

**Фермы 11.25 м:**

Верхний пояс – труба стальная прямоугольная 160х120х6 ГОСТ 30245-2003, k=0,49;

Нижний пояс - труба стальная прямоугольная 140х140х6 ГОСТ 30245-2003, k=0,43;

Опорные раскосы – труба стальная квадратная 100х100х5 ГОСТ 30245-2003, k=0,47.

Раскосы - труба стальная квадратная 80х80х4. ГОСТ 30245-2003, k=0,44;

**Подстропильные фермы 12 м:**

Верхний пояс – труба стальная прямоугольная 200х160х5. ГОСТ 30245-2003, k=0,73;

Подкосы – уголок спаренный 140х140х9 ГОСТ 8509-93, k=0,59;

Стойка - труба стальная квадратная 140х140х5 ГОСТ 30245-2003, k=0,59.

**Вертикальные связи по фермам** - труба стальная квадратная 160х160х5 ГОСТ 30245-2003, k=0,59.

**Кровельные прогоны** – швеллер №24П ГОСТ 8240-89, k=0,91.

**Вертикальные связи** - труба стальная квадратная 180х180х6 ГОСТ 30245-2003, k=0,68.

**Горизонтальные связи по нижним поясам ферм** - труба стальная квадратная 100х100х4 ГОСТ 30245-2003, k=0,5.

**Горизонтальные связи по верхним поясам ферм** - труба стальная квадратная 100х100х4 ГОСТ 30245-2003, k=0,63.

*Блок №2:*

**Колонны** – монолитные железобетонные сечением 500х400 мм. Армирование продольное - 2Ø16, 6Ø28, 4Ø32, поперечное - Ø10A240 шаг 200 мм.

**Фермы 30 м:**

Верхний пояс – двутавр широкополочный 30Ш2 ГОСТ Р 57837-2017, k=0,5;

Нижний пояс - двутавр колонный 20К1 ГОСТ Р 57837-2017, k=0,63;

Опорные раскосы – труба стальная квадратная 160х160х5, 140х140х5 ГОСТ 30245-2003, k=0,89.

Раскосы - труба стальная квадратная 120х120х4 ГОСТ 30245-2003, k=0,75.

**Вертикальные связи по фермам** - труба стальная квадратная 160х160х5 ГОСТ 30245-2003, k=0,89.

**Балки покрытия** - двутавр 25Б2 ГОСТ Р 57837-2017, k=0,7.

**Кровельные прогоны** – швеллер №24П ГОСТ 8240-89, k=0,94.

**Вертикальные связи** - труба стальная квадратная 120х120х4 ГОСТ 30245-2003, k=0,79.

**Горизонтальные связи по нижним поясам ферм** - труба стальная квадратная 100х100х4 ГОСТ 30245-2003, k=0,52.

**Горизонтальные связи по верхним поясам ферм** - труба стальная квадратная 100х100х4 ГОСТ 30245-2003, k=0,83.

*Блок №3:*

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

										Лист
			Изм.	№ док.						190
Изм.	Лист	Лист	Кол.уч		ГИП					

**Колонны** – монолитные железобетонные сечением 500x400 мм. Армирование продольное - 2Ø16, 6Ø28, 4Ø32, поперечное - Ø10A240 шаг 200 мм, k=0,49.

**Фермы 36 м:**

Верхний пояс – двутавр широкополочный 30Ш2 ГОСТ Р 57837-2017, k=0,65;

Нижний пояс - двутавр колонный 20К1 ГОСТ Р 57837-2017, k=0,88;

Опорные раскосы – труба стальная квадратная 160x160x5, 140x140x5 ГОСТ 30245-2003, k=0,91.

Раскосы - труба стальная квадратная 120x120x4 ГОСТ 30245-2003, k=0,75.

**Вертикальные связи по фермам** - труба стальная квадратная 160x160x5 ГОСТ 30245-2003, k=0,98.

**Балки покрытия** - двутавр 25Б2 ГОСТ Р 57837-2017, k=0,52.

**Кровельные прогоны** – швеллер №24П ГОСТ 8240-89, k=0,94.

**Вертикальные связи** - труба стальная квадратная 120x120x4 ГОСТ 30245-2003, k=0,61.

**Горизонтальные связи по нижним поясам ферм** - труба стальная квадратная 100x100x4 ГОСТ 30245-2003, k=0,78.

**Горизонтальные связи по верхним поясам ферм** - труба стальная квадратная 120x120x4 ГОСТ 30245-2003, k=0,69.

*Блок №4:*

**Колонны** – монолитные железобетонные сечением 500x400 мм. Армирование продольное - 2Ø16, 6Ø28, 4Ø32, поперечное - Ø10A240 шаг 200 мм.

**Фермы 11.25 м:**

Верхний пояс – труба стальная прямоугольная 160x120x6 ГОСТ 30245-2003, k=0,49;

Нижний пояс - труба стальная прямоугольная 140x140x6 ГОСТ 30245-2003, k=0,43;

Опорные раскосы – труба стальная квадратная 100x100x5 ГОСТ 30245-2003, k=0,47.

Раскосы - труба стальная квадратная 80x80x4. ГОСТ 30245-2003, k=0,44;

**Вертикальные связи по фермам** - труба стальная квадратная 160x160x5 ГОСТ 30245-2003, k=0,59.

**Кровельные прогоны** – швеллер №24П ГОСТ 8240-89, k=0,91.

**Вертикальные связи** - труба стальная квадратная 180x180x6 ГОСТ 30245-2003, k=0,68.

**Горизонтальные связи по нижним поясам ферм** - труба стальная квадратная 100x100x4 ГОСТ 30245-2003, k=0,5.

**Горизонтальные связи по верхним поясам ферм** - труба стальная квадратная 100x100x4 ГОСТ 30245-2003, k=0,63.

При расчете по деформациям максимальный прогиб фермы составил 28.96 мм при допустимом – 30 мм. Максимальная осадка фундамента – 7.33 мм при допустимой 150 мм.

Име. № подл.	Подп. И дата	Взам. инв. №					Лист
							191
Изм.	Лист	Лист	Кол.уч	Изм.	№ док.	ГИП	



## ОЧИСТНЫЕ СООРУЖЕНИЯ ФИЛЬТРАТА

### Описание расчетной части

#### Расчет металлических конструкций Очистных сооружений фильтра

##### 1.1. Описание расчетной модели

Расчетная схема определена как система с признаком 5. Это означает, что рассматривается система общего вида, деформации которой и ее основные неизвестные представлены линейными перемещениями узловых точек вдоль осей X, Y, Z и поворотами вокруг этих осей.

Выбранный режим статического расчета.

Статический расчет системы выполнен в линейной постановке.

Общий вид расчётной модели здания очистных см. рис. 1.

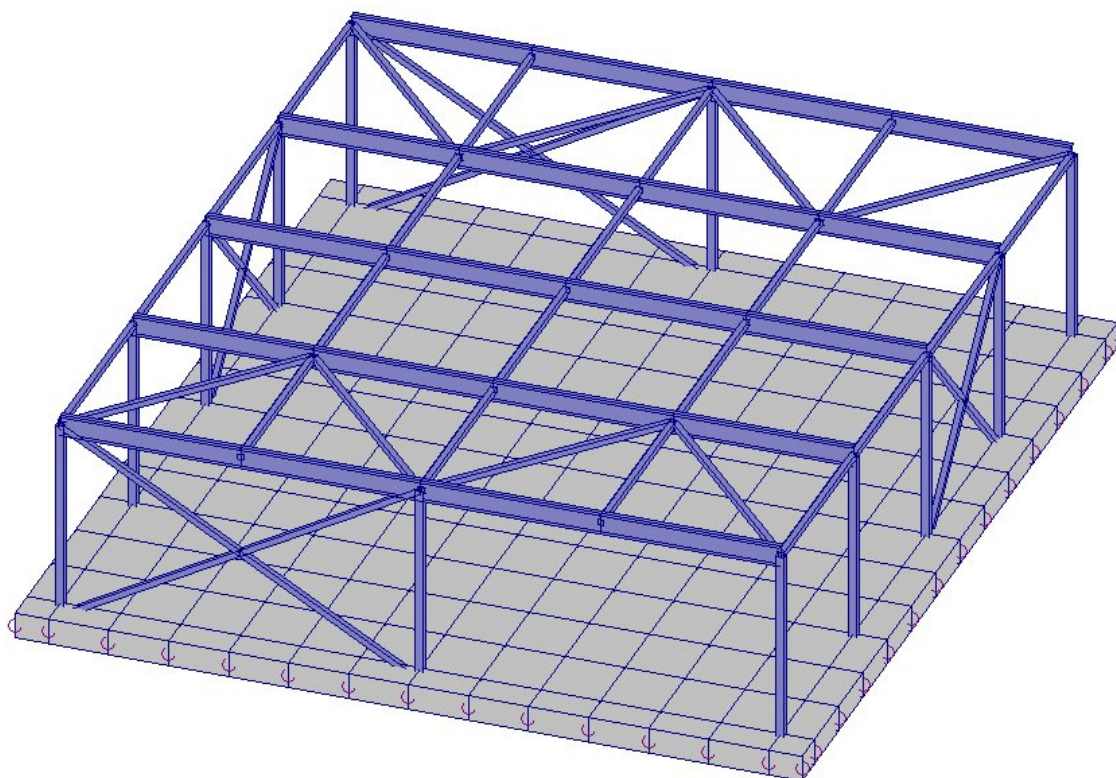


Рис.1. Общий вид расчётной модели (здание очистных)

## 1.2. Граничные условия

Граничные условия заданы следующим образом. Колонны здания закреплены жестко по всем степеням свободы в обеих плоскостях.

## 1.3. Жесткости

Единицы измерения:

- Линейные размеры: м
- Размеры сечений: мм
- Силы: Т

Толщина пластин представлена в единицах измерения линейных размеров.

<b>Жесткости</b>		
Тип	Жесткость	Изображение
1	<p>Жесткость стержневых элементов - профиль металлопроката Каталог: Полный каталог профилей ГОСТ.. Семейство: Квадратные трубы по ГОСТ 32931-2015 Профиль: 120x8.0</p> <p>Модуль упругости <math>E = 21000000,77 \text{ Т/м}^2</math> Коэффициент Пуассона <math>\nu = 0,3</math> Объемный вес <math>\gamma = 7,85 \text{ Т/м}^3</math> Коэффициент температурного расширения <math>\alpha = 1,2e-005</math> Продольная жесткость <math>EF = 70644 \text{ Т}</math> Изгибная жесткость (ось Y) <math>EI_y = 142,14 \text{ Т*м}^2</math> Изгибная жесткость (ось Z) <math>EI_z = 142,14 \text{ Т*м}^2</math> Сдвиговая жесткость (ось Y) <math>GF_y = 11602,52 \text{ Т}</math> Сдвиговая жесткость (ось Z) <math>GF_z = 11602,52 \text{ Т}</math> Крутильная жесткость <math>GI_{кр} = 90,78 \text{ Т*м}^2</math> Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U) <math>a_{u+} = 3,35 \text{ см}</math> Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U) <math>a_{u-} = 3,35 \text{ см}</math> Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V) <math>a_{v+} = 3,35 \text{ см}</math> Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V) <math>a_{v-} = 3,35 \text{ см}</math></p>	
2	<p>Жесткость стержневых элементов - профиль металлопроката Каталог: Полный каталог профилей ГОСТ.. Семейство: Двутавр нормальный (Б) по ГОСТ 26020-83 Профиль: 30Б1</p> <p>Модуль упругости <math>E = 21000000,77 \text{ Т/м}^2</math> Коэффициент Пуассона <math>\nu = 0,3</math> Объемный вес <math>\gamma = 7,85 \text{ Т/м}^3</math> Коэффициент температурного расширения <math>\alpha = 1,2e-005</math> Продольная жесткость <math>EF = 88032 \text{ Т}</math> Изгибная жесткость (ось Y) <math>EI_y = 1328,88 \text{ Т*м}^2</math> Изгибная жесткость (ось Z) <math>EI_z = 81,9 \text{ Т*м}^2</math> Сдвиговая жесткость (ось Y) <math>GF_y = 13412,82 \text{ Т}</math> Сдвиговая жесткость (ось Z) <math>GF_z = 12833,66 \text{ Т}</math> Крутильная жесткость <math>GI_{кр} = 0,88 \text{ Т*м}^2</math> Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U) <math>a_{u+} = 1,33 \text{ см}</math> Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U) <math>a_{u-} = 1,33 \text{ см}</math> Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V) <math>a_{v+} = 10,2 \text{ см}</math> Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V) <math>a_{v-} = 10,2 \text{ см}</math></p>	

Жесткости		
Тип	Жесткость	Изображение
	$Z(V) a_{v-} = 10,2 \text{ см}$	
3	<p>Жесткость стержневых элементов - профиль металлопроката Каталог: Полный каталог профилей ГОСТ.. Семейство: Квадратные трубы по ГОСТ 32931-2015 Профиль: 90x4.0</p> <p>Модуль упругости <math>E = 21000000,77 \text{ Т/м}^2</math> Коэффициент Пуассона <math>\nu = 0,3</math> Объемный вес <math>\gamma = 7,85 \text{ Т/м}^3</math> Коэффициент температурного расширения <math>\alpha = 1,2e-005</math> Продольная жесткость <math>EF = 28035 \text{ Т}</math> Изгибная жесткость (ось Y) <math>EI_y = 34 \text{ Т*м}^2</math> Изгибная жесткость (ось Z) <math>EI_z = 34 \text{ Т*м}^2</math> Сдвиговая жесткость (ось Y) <math>GF_y = 4712 \text{ Т}</math> Сдвиговая жесткость (ось Z) <math>GF_z = 4712 \text{ Т}</math> Крутильная жесткость <math>GI_{кр} = 20,55 \text{ Т*м}^2</math> Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U) <math>a_{u+} = 2,7 \text{ см}</math> Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U) <math>a_{u-} = 2,7 \text{ см}</math> Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V) <math>a_{v+} = 2,7 \text{ см}</math> Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V) <math>a_{v-} = 2,7 \text{ см}</math></p>	
4	<p>Жесткость стержневых элементов - профиль металлопроката Каталог: Полный каталог профилей ГОСТ.. Семейство: Квадратные трубы по ГОСТ 32931-2015 Профиль: 80x5.0</p> <p>Модуль упругости <math>E = 21000000,77 \text{ Т/м}^2</math> Коэффициент Пуассона <math>\nu = 0,3</math> Объемный вес <math>\gamma = 7,85 \text{ Т/м}^3</math> Коэффициент температурного расширения <math>\alpha = 1,2e-005</math> Продольная жесткость <math>EF = 30156 \text{ Т}</math> Изгибная жесткость (ось Y) <math>EI_y = 27,6 \text{ Т*м}^2</math> Изгибная жесткость (ось Z) <math>EI_z = 27,6 \text{ Т*м}^2</math> Сдвиговая жесткость (ось Y) <math>GF_y = 5025,47 \text{ Т}</math> Сдвиговая жесткость (ось Z) <math>GF_z = 5025,47 \text{ Т}</math> Крутильная жесткость <math>GI_{кр} = 17,04 \text{ Т*м}^2</math> Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U) <math>a_{u+} = 2,29 \text{ см}</math> Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U) <math>a_{u-} = 2,29 \text{ см}</math> Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V) <math>a_{v+} = 2,29 \text{ см}</math> Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V) <math>a_{v-} = 2,29 \text{ см}</math></p>	
5	<p>Имя типа жесткости: <math>h=0.4</math> Жесткости пластин Модуль упругости <math>E = 3160040,77 \text{ Т/м}^2</math> Коэффициент Пуассона <math>\nu = 0,2</math> Толщина <math>h = 0,4 \text{ м}</math> Объемный вес <math>\gamma = 2,5 \text{ Т/м}^3</math> Коэффициент температурного расширения <math>\alpha = 1,e-005</math></p>	
6	<p>Связь конечной жесткости <math>EX = 100 \text{ Т/м}</math> <math>EY = 100 \text{ Т/м}</math></p>	

Жесткости			
Тип	Жесткость		Изображение
Коэффициенты постели			
Номер	Вид элементов	Значение	Список конечных элементов
1	Пластины	$C_1=1088,46$ ; $C_2=1269,87$ $C_{UV}=0$	77-272

#### 1.4. Нагрузки и воздействия

При проектировании учтены нагрузки и воздействия на здания, которые были определены согласно СП 20.13330.2016 «СНиП 2.01.07 - 85 «Нагрузки и воздействия». Значения принятых нагрузок и коэффициентов представлены в табл. 2.

Табл. 2. Здание. Нагрузки и воздействия

Тип нагрузки	$P_n$	$\gamma_f$	$P$	$K_{длит}$	$K_1$
<b>Постоянные:</b>					
• с.в. несущих конструкции	SCAD*	1,05	SCAD*	-	1
• с.в. кровли	32	1,16	38	-	1
• С.в. ограждающих конструкций	24	1,2	29	-	1
<b>Временные:</b>					
<b>- кратковременные:</b>					
• снеговая	II снеговой район	1,4	II снеговой район	0,5	0,9
• ветровая	III ветровой район	1,4	III ветровой район	0	$\pm 0,9$
• полезная	200	1,2	29	-	1

**примечание:** SCAD\* - нагрузка определяется программным комплексом автоматически;

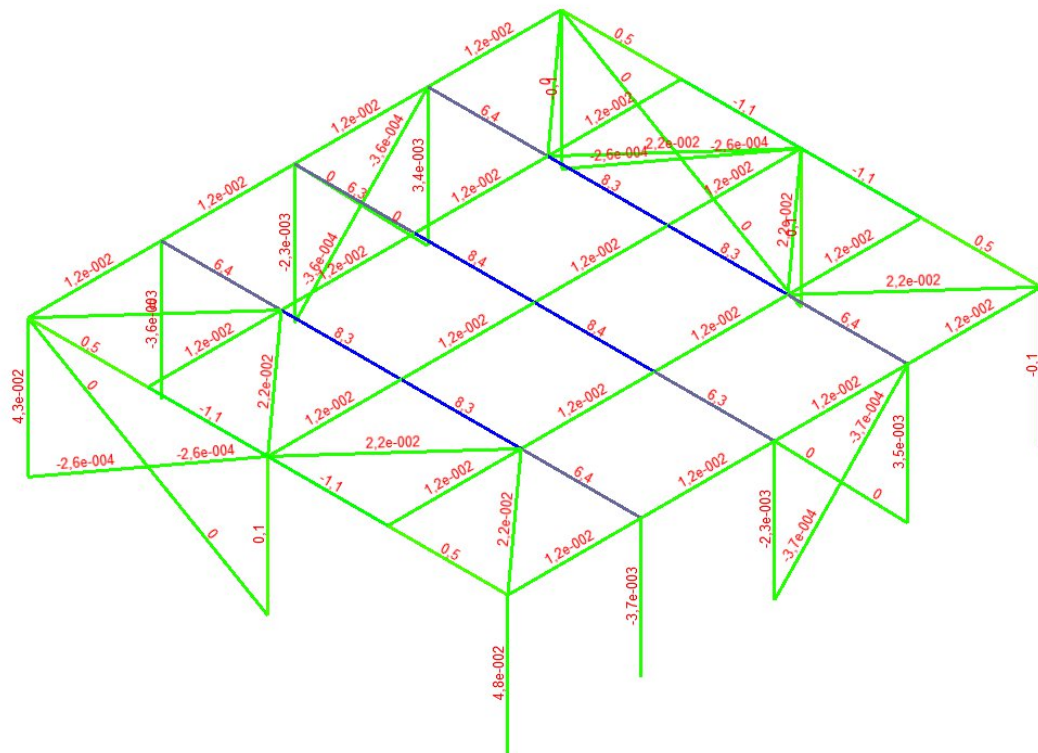
где:  $P_n$  – нормативное значение нагрузки, кгс/м<sup>2</sup> (кроме оговоренных);

$\gamma_f$  – коэффициент надежности по нагрузке;

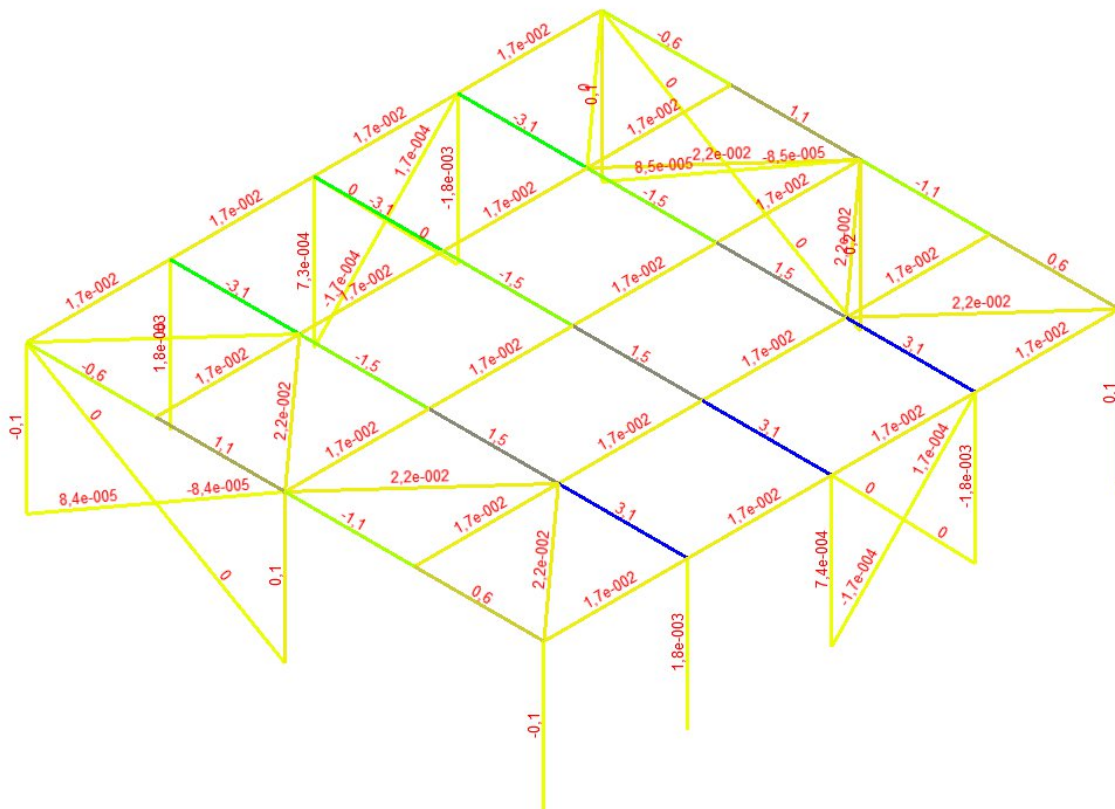
$P$  – расчетное значение нагрузки, кгс/м<sup>2</sup> (кроме оговоренных);

$K_{длит}$  – коэффициент перехода от полных значений кратковременной нагрузки к пониженным значениям временной нагрузки длительного действия (доля длительности);

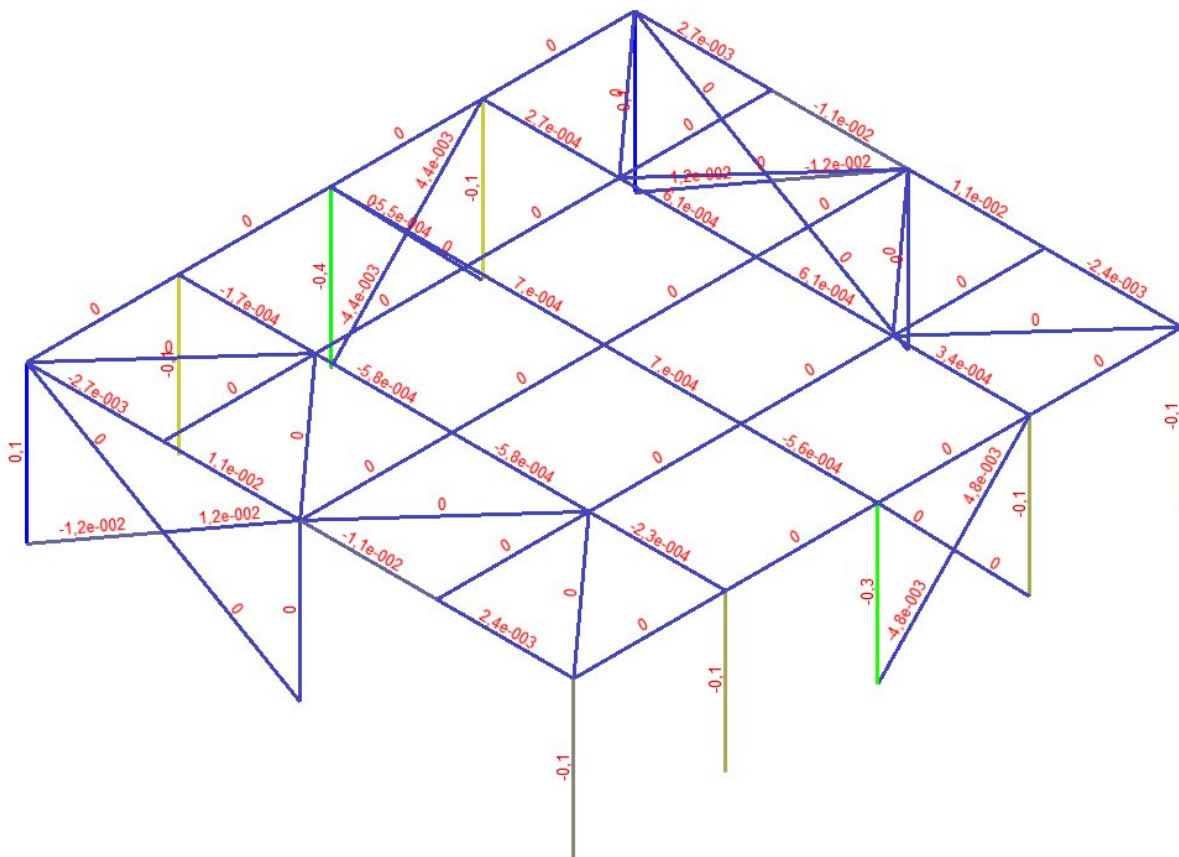




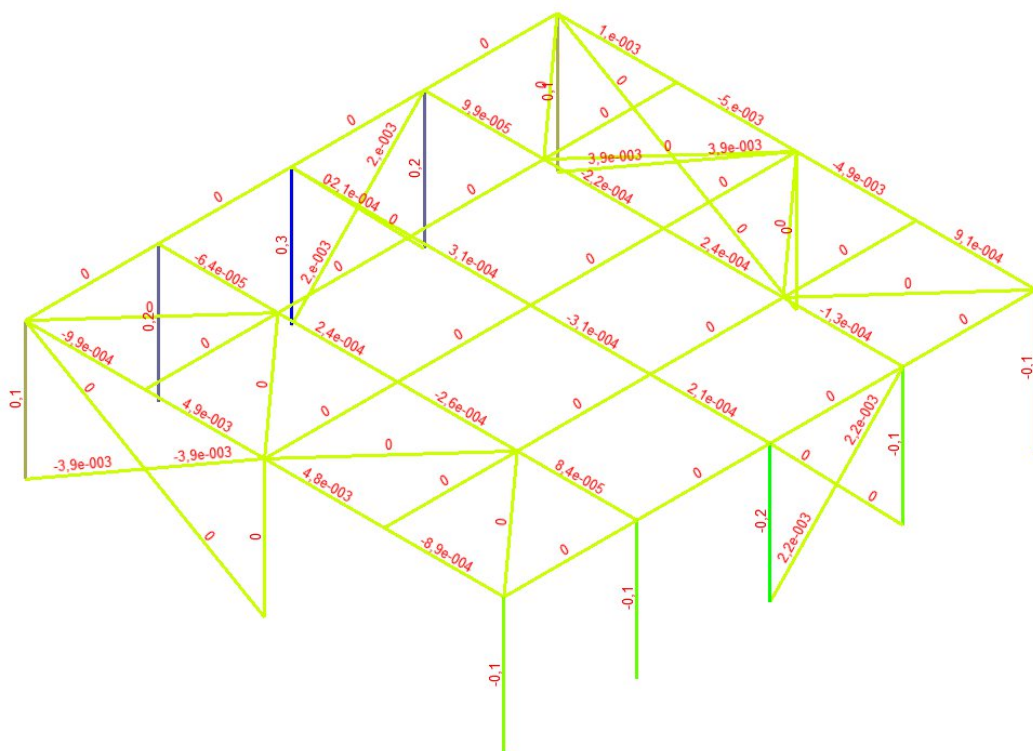
Момент  $M_u$ , металлического каркаса, тс\*м



Усилия  $Q_z$ , металлического каркаса, тс



Момент  $M_z$ , металлического каркаса, тс\*м



Усилия  $Q_y$ , металлического каркаса, тс

## 1.5. Основные результаты расчета

### Перемещения

Горизонтальные перемещения:

Перемещение верха колонн здания по оси Y при совместном воздействии вертикальных и горизонтальных нагрузок составляет  $f = 3,9\text{мм}$  и не превышает предельно допустимого значения ( $f < 1/150 = 3200/150 = 22\text{мм}$ ).

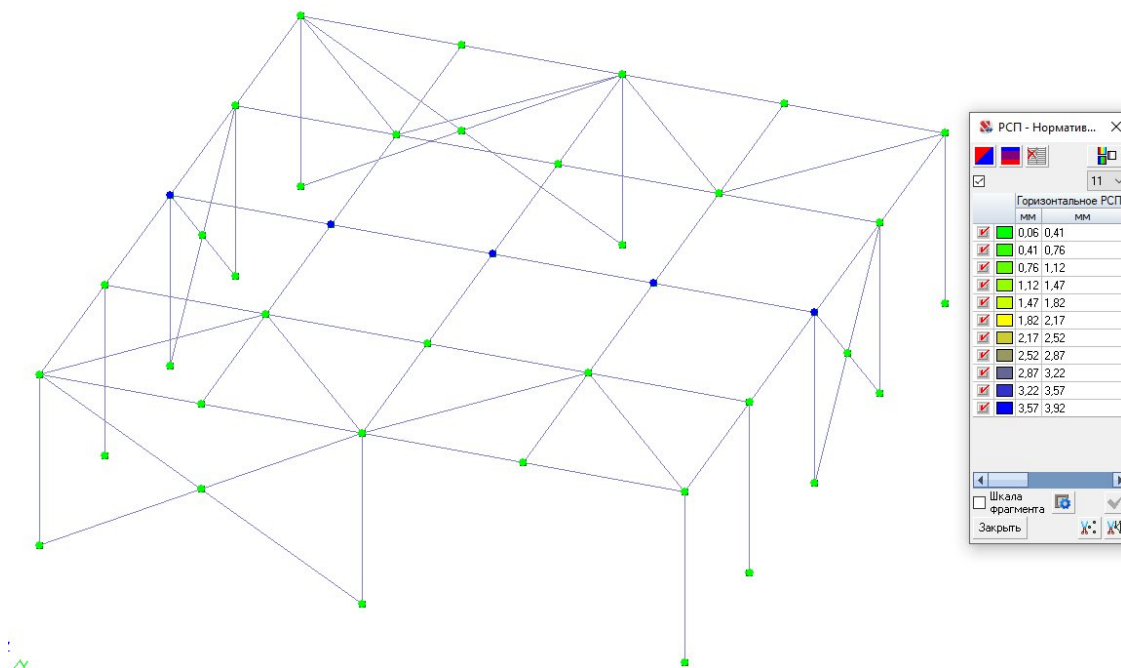


Схема горизонтальных перемещений

Прогиб балки:

Допустимое значение прогиба согласно СП 20.13330.2016 составляет  $10000/250=40\text{мм}$ .

Максимальный прогиб балки не превышает 37 мм, что не превышает допустимого значения.

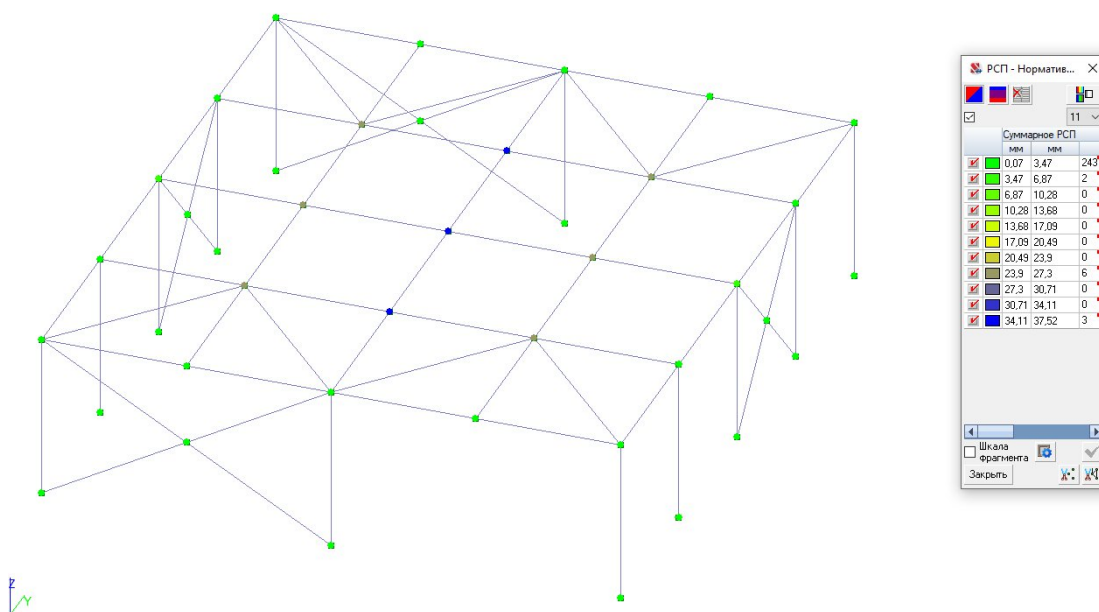
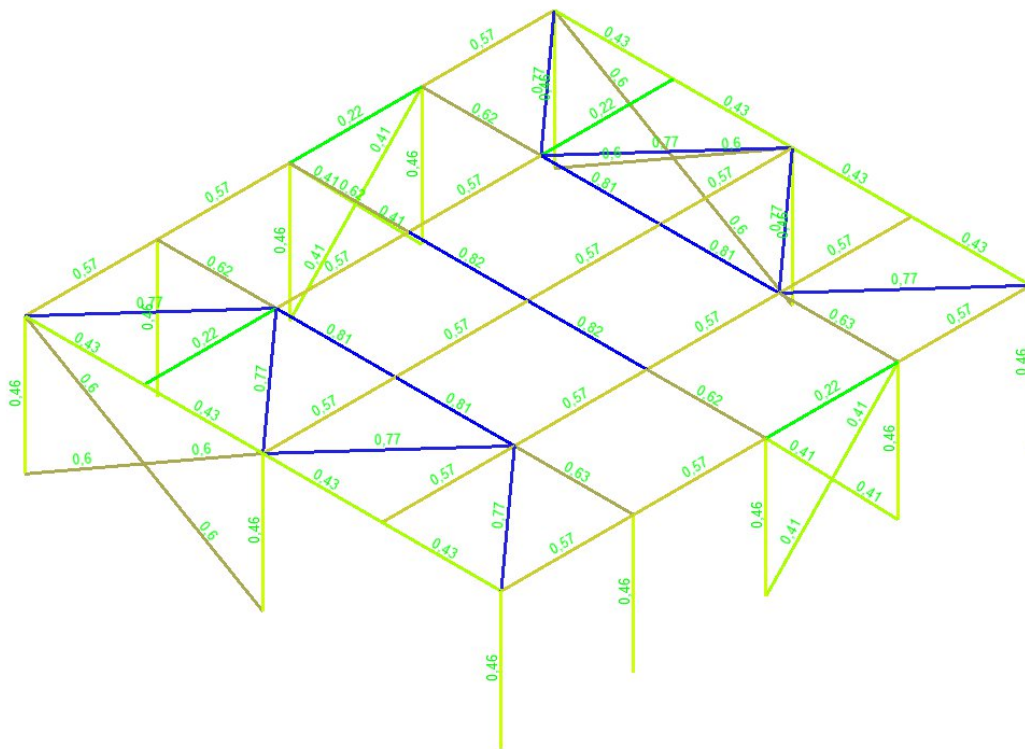


Схема вертикальных перемещений

### Результаты проверки элементов стальных конструкций

Расчет и проверка элементов стальных конструкций выполнен согласно требованиям СП16.13330.2017. Согласно результатам проверок сечений стальных конструкций по требованиям по СП16.13330.2017 коэффициент использования по проверяемым факторам не превосходит 0,95. Ниже представлены результаты по проверке элементов стальных конструкций.



На схеме представлены коэффициенты использования элементов.

Расчет выполнен по СП 16.13330.2017 с изменениями №1,2

**Конструктивная группа Колонны К1. Элемент № 1**

Тип элемента: Элемент общего вида

Сталь: С255

Длина элемента 3,1 м

Предельная гибкость для сжатых элементов: 180 - 60а

Предельная гибкость для растянутых элементов: 400

Коэффициент условий работы 1

Количество закреплений сжатого пояса в пролете	Вид нагрузки в пролете	Эпюра М	Пояс, к которому приложена нагрузка
Без закреплений	Равномерно распределенная		Сжатый

Коэффициент надежности по ответственности 1

Дополнительные коэффициенты условий работы	
Расчет на прочность при сейсмике	0
Расчет на устойчивость при сейсмике	0
При особых (не сейсмических) воздействиях	1
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

Неупругая работа сечения не допускается

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OZ_1$  1

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OY_1$  1

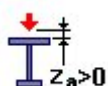
Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба:

коэффициент к геометрической длине = 1

Тип эпюры моментов



Положение нагрузки



Расстояние между раскреплениями из плоскости изгиба:

коэффициент к геометрической длине = 1

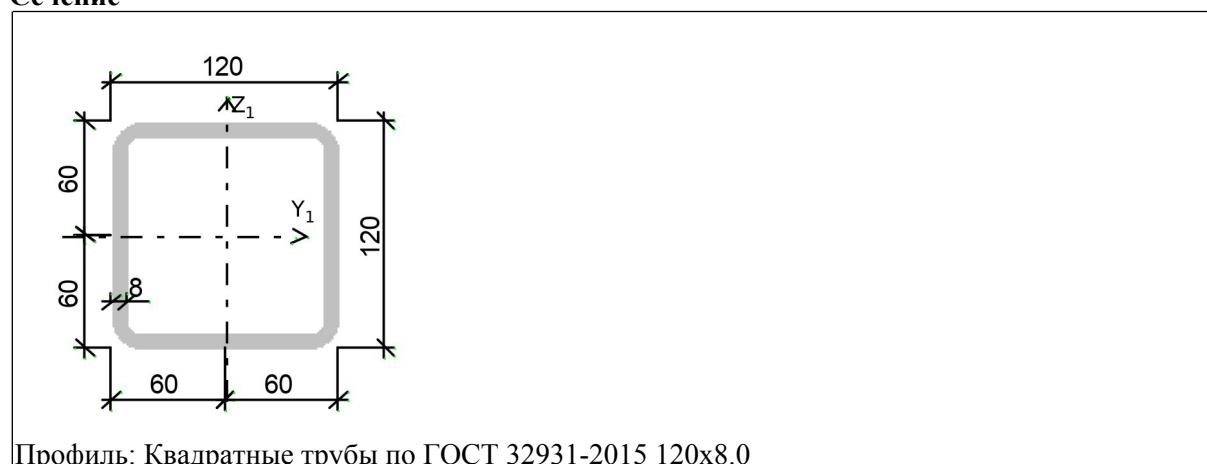
Коэффициенты расчетной длины, зависящие от условий закреплений опорных сечений:

поворот из плоскости изгиба = 1

депланация = 1

Соотношение конечных моментов  $\gamma = 0$

**Сечение**



Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента $M_y$	0,02	L1+L2+L3+0.9*L4-L5
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента $M_z$	0,02	L1+L2+L3+0.9*L4+L6
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы $Q_y$	$3,47 \cdot 10^{-003}$	L1+L2+L3+0.9*L4+L6
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы $Q_z$	$3,37 \cdot 10^{-003}$	L1+L2+L3+0.9*L4-L5
п. 9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	0,03	L1+L2+L3+0.9*L4-L5
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOY (XOU)	0,01	L1+L2+L3+L4+0.9*L6
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOZ (XOV)	0,01	L1+L2+L3+L4+0.9*L6
пп. 9.2.9, 9.2.10, 9.3.1, 9.3.2	Устойчивость при сжатии с изгибом в двух плоскостях	0,04	L1+L2+L3+L4-0.9*L5
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOY	0,46	L1+L2+L3-L6
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0,46	L1+L2+L3-L6
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	0,18	L1+L2+L3
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	0,2	L1+L2+L3+L4-0.9*L6

**Коэффициент использования 0,46 - Предельная гибкость в плоскости XOY**

## Конструктивная группа Балки Б1

Расчет выполнен по СП 16.13330.2017 с изменениями №1,2

### Общие характеристики

#### Сталь:

с расчетным сопротивлением по временному сопротивлению  $R_t=38735,984 \text{ Т/м}^2$

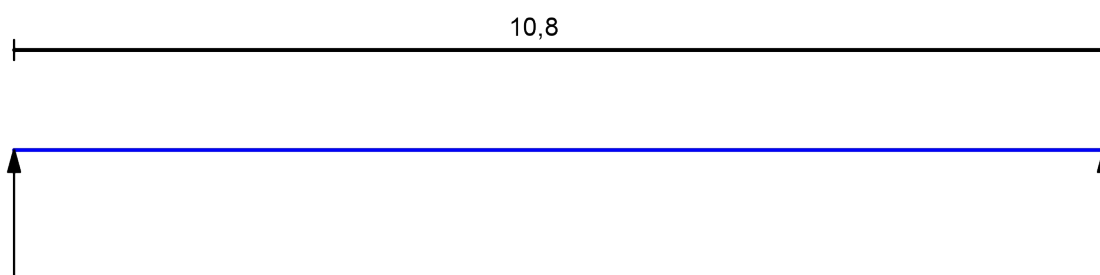
с расчетным сопротивлением по пределу текучести  $R_y=27522,936 \text{ Т/м}^2$

Коэффициент надежности по ответственности  $g_n = 1$

Коэффициент условий работы 1



#### Конструктивное решение



#### Закрепления от поперечных смещений и поворотов

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

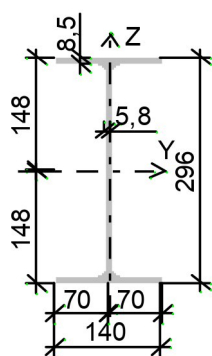
Закрепления из плоскости изгиба



Число участков  $n=4$

Неупругая работа сечения не допускается

#### Сечение





Профиль: Двутавр нормальный (Б) по ГОСТ 26020-83 30Б1

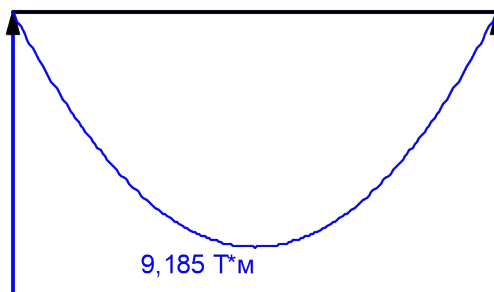
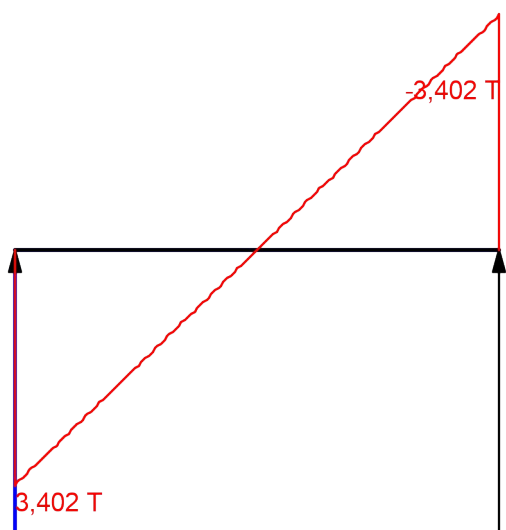
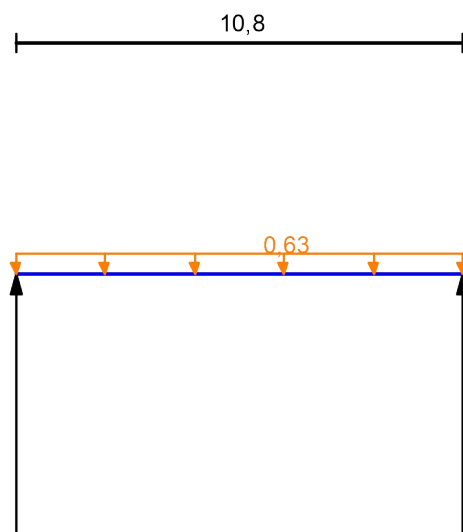
### Геометрические характеристики

	Параметр	Значение	Единица измерения
A	Площадь поперечного сечения	41,92	см <sup>2</sup>
A <sub>v,v</sub>	Условная площадь среза вдоль оси U	16,606	см <sup>2</sup>
A <sub>v,z</sub>	Условная площадь среза вдоль оси V	15,889	см <sup>2</sup>
a	Угол наклона главных осей инерции	0	град
I <sub>y</sub>	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	6328	см <sup>4</sup>
I <sub>z</sub>	Момент инерции относительно центральной оси Z1 параллельной оси Z	390	см <sup>4</sup>
I <sub>t</sub>	Момент инерции при свободном кручении	10,841	см <sup>4</sup>
I <sub>w</sub>	Секториальный момент инерции	80589,847	см <sup>6</sup>
i <sub>y</sub>	Радиус инерции относительно оси Y1	12,286	см
i <sub>z</sub>	Радиус инерции относительно оси Z1	3,05	см
Y <sub>s</sub>	Расстояние между центром тяжести и центром сдвига вдоль оси Y	0	см
Z <sub>s</sub>	Расстояние между центром тяжести и центром сдвига вдоль оси Z	0	см
W <sub>u+</sub>	Максимальный момент сопротивления относительно оси U	427,568	см <sup>3</sup>
W <sub>u-</sub>	Минимальный момент сопротивления относительно оси U	427,568	см <sup>3</sup>
W <sub>v+</sub>	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	55,714	см <sup>3</sup>
W <sub>v-</sub>	Минимальный момент сопротивления относительно оси V	55,714	см <sup>3</sup>
W <sub>pl,u</sub>	Пластический момент сопротивления относительно оси U	481,291	см <sup>3</sup>
W <sub>pl,v</sub>	Пластический момент сопротивления относительно оси V	86,854	см <sup>3</sup>
I <sub>u</sub>	Максимальный момент инерции	6328	см <sup>4</sup>
I <sub>v</sub>	Минимальный момент инерции	390	см <sup>4</sup>
i <sub>u</sub>	Максимальный радиус инерции	12,286	см
i <sub>v</sub>	Минимальный радиус инерции	3,05	см
a <sub>u+</sub>	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)	1,329	см
a <sub>u-</sub>	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)	1,329	см
a <sub>v+</sub>	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V)	10,2	см
a <sub>v-</sub>	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)	10,2	см
Z <sub>b</sub>	Координата центра изгиба по оси Z	14,8	см
P	Периметр	111,465	см
M	Масса 1 м	32,907	кг

### Загружение 1 - временное кратковременное

	Тип нагрузки	Величина	
	длина = 10,8 м		
		0,2	Т/м
		0,43	Т/м

Загружение 1 - временное кратковременное  
 Коэффициент надежности по нагрузке: 1,1  
 Пояс, к которому приложена нагрузка: нижний



### Результаты расчета

Проверено по СНиП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы	0,134
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента	0,781
п. 8.4.1	Устойчивость плоской формы изгиба при действии момента	0,784
п. 8.2.1	Прочность по приведенным напряжениям при одновременном действии изгибающего момента и поперечной силы	0,571
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	0,444
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	0,392

**Коэффициент использования 0,784 - Устойчивость плоской формы изгиба при действии момента**

**Конструктивная группа Распорки Р1**

## Конструктивная группа Распорки Р1. Элемент № 15

Тип элемента: Элемент общего вида

Сталь: С255

Длина элемента 2,5 м

Предельная гибкость для сжатых элементов: 180 - 60a

Предельная гибкость для растянутых элементов: 400

Коэффициент условий работы 1

Количество закреплений сжатого пояса в пролете	Вид нагрузки в пролете	Эпюра М	Пояс, к которому приложена нагрузка
Без закреплений	Равномерно распределенная		Сжатый

Коэффициент надежности по ответственности 1

Дополнительные коэффициенты условий работы	
Расчет на прочность при сейсмике	0
Расчет на устойчивость при сейсмике	0
При особых (не сейсмических) воздействиях	1
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

Неупругая работа сечения не допускается

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OZ_1$  1

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OY_1$  1

Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба:

коэффициент к геометрической длине = 0,3

Тип эпюры моментов



Положение нагрузки



Расстояние между раскреплениями из плоскости изгиба:

коэффициент к геометрической длине = 0,3

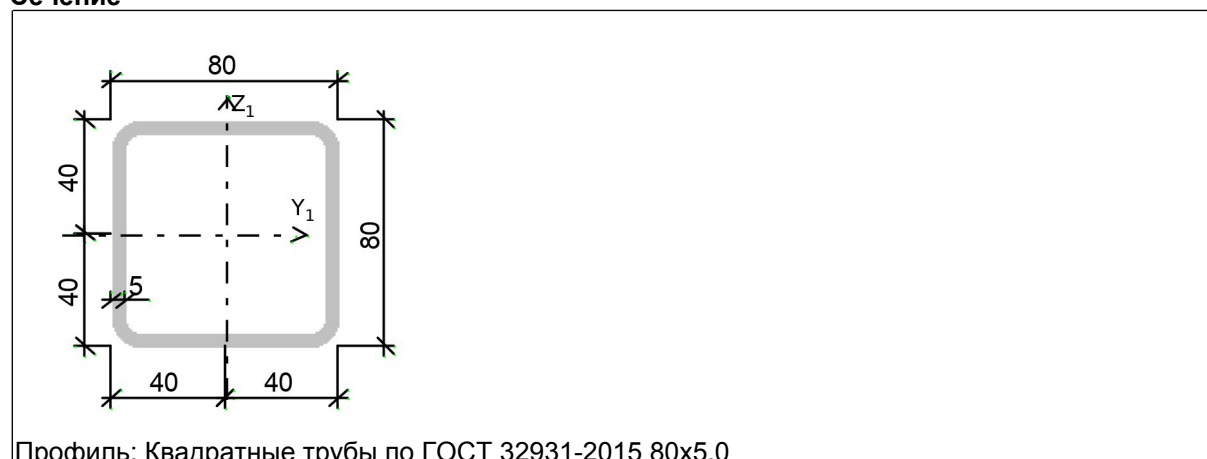
Коэффициенты расчетной длины, зависящие от условий закрепления опорных сечений:

поворот из плоскости изгиба = 1

депланация = 1

Соотношение конечных моментов  $y = 0$

**Сечение**



Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента $M_y$	0,02	L1+L2+L3-L6
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы $Q_z$	$1,69 \cdot 10^{-003}$	L1+L2+L3-L6
п. 9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	0,03	L1+L2+L3+0.9*L4+L6
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOY (XOU)	0,02	L1+L2+L3+0.9*L4+L6
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOZ (XOV)	0,02	L1+L2+L3+0.9*L4+L6
пп. 9.2.2, 9.2.10	Устойчивость в плоскости действия момента $M_y$ при внецентренном сжатии	0,04	L1+L2+L3+0.9*L4+L6
пп. 9.2.4, 9.2.5, 9.2.8, 9.2.10	Устойчивость из плоскости действия момента $M_y$ при внецентренном сжатии	0,03	L1+L2+L3+0.9*L4+L6
п. 7.1.1	Прочность при центральном сжатии/растяжении	0,01	L1+L2+L3+0.9*L4+L6
п. 8.4.1	Устойчивость плоской формы изгиба	0,02	L1+L2+L3+L5
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOY	0,75	L1+L2+L3+0.9*L4+L6
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0,75	L1+L2+L3+0.9*L4+L6
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	0,14	L1+L2+L3+0.9*L4+L6
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	0,14	L1+L2+L3+0.9*L4+L6

**Коэффициент использования 0,75 - Предельная гибкость в плоскости XOY  
Конструктивная группа Связи В1**

## Конструктивная группа Связи В1. Элемент № 57

**Тип элемента:** Элемент общего вида

**Сталь:** С255

Длина элемента 2,16 м

Предельная гибкость для сжатых элементов: 180 - 60a

Предельная гибкость для растянутых элементов: 400

Коэффициент условий работы 1

Количество закреплений сжатого пояса в пролете	Вид нагрузки в пролете	Эпюра М	Пояс, к которому приложена нагрузка
Без закреплений	Равномерно распределенная		Сжатый

Коэффициент надежности по ответственности 1

Дополнительные коэффициенты условий работы	
Расчет на прочность при сейсмике	0
Расчет на устойчивость при сейсмике	0
При особых (не сейсмических) воздействиях	1
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

Неупругая работа сечения не допускается

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OZ_1$  1

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OY_1$  1

Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба:

коэффициент к геометрической длине = 1

Тип эпюры моментов



Положение нагрузки



Расстояние между раскреплениями из плоскости изгиба:

коэффициент к геометрической длине = 1

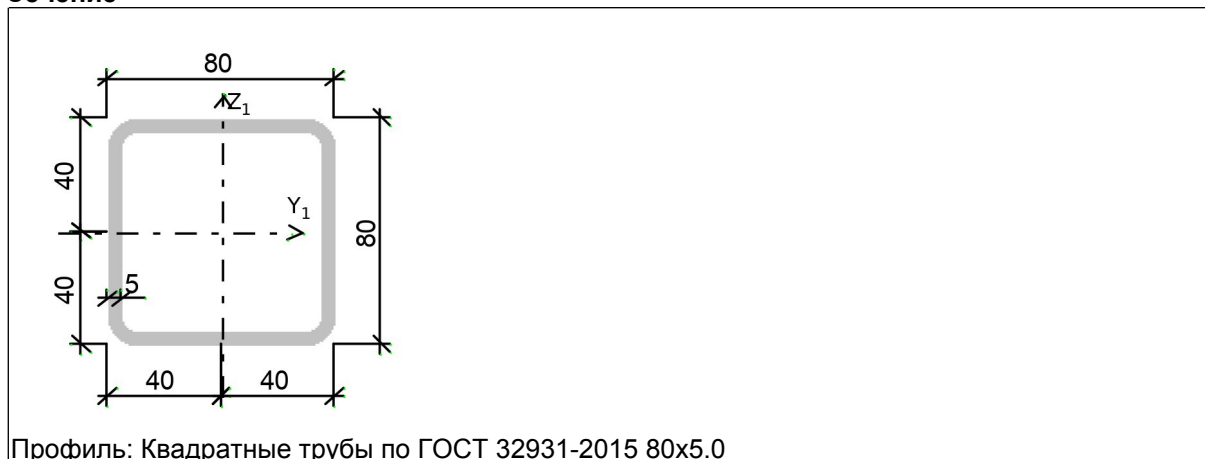
Коэффициенты расчетной длины, зависящие от условий закрепления опорных сечений:

поворот из плоскости изгиба = 1

депланация = 1

Соотношение конечных моментов  $y = 0$

**Сечение**



Профиль: Квадратные трубы по ГОСТ 32931-2015 80x5.0

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	0,02	L1+L2+L3+L4-0.9*L5
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOY (XOU)	0,02	L1+L2+L3+L4-0.9*L5
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOZ (XOV)	0,02	L1+L2+L3+L4-0.9*L5
п. 7.1.1	Прочность при центральном сжатии/растяжении	0,02	L1+L2+L3+L4-0.9*L5
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOY	0,41	L1+L2+L3+L5
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0,41	L1+L2+L3+L5
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	0,36	L1+L2+L3+L5
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	0,36	L1+L2+L3+L5

**Коэффициент использования 0,41 - Предельная гибкость в плоскости XOY**

**Конструктивная группа Связи В1. Элемент № 69**

Тип элемента: Элемент общего вида

Сталь: С255

Длина элемента 3,11 м

Предельная гибкость для сжатых элементов: 180 - 60a

Предельная гибкость для растянутых элементов: 400

Коэффициент условий работы 1

Количество закреплений сжатого пояса в пролете	Вид нагрузки в пролете	Эпюра М	Пояс, к которому приложена нагрузка
Без закреплений	Равномерно распределенная		Сжатый

Коэффициент надежности по ответственности 1

Дополнительные коэффициенты условий работы	
Расчет на прочность при сейсмике	0
Расчет на устойчивость при сейсмике	0
При особых (не сейсмических) воздействиях	1
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

Неупругая работа сечения не допускается

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OZ_1$  1

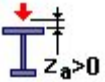
Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OY_1$  1

Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба:  
коэффициент к геометрической длине = 1

Тип эпюры моментов



Положение нагрузки



Расстояние между раскреплениями из плоскости изгиба:  
коэффициент к геометрической длине = 1

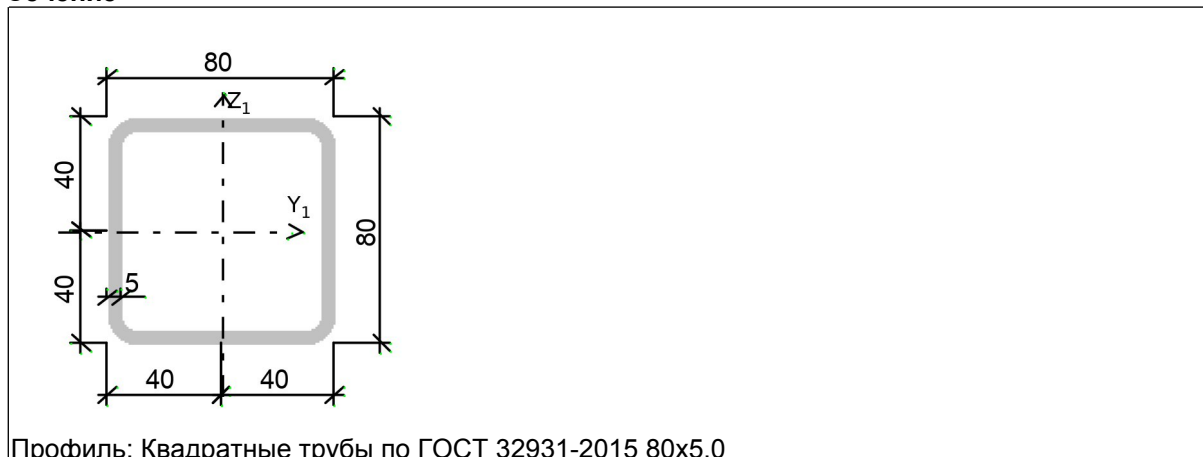
Коэффициенты расчетной длины, зависящие от условий закреплений опорных сечений:

поворот из плоскости изгиба = 1

депланация = 1

Соотношение концевых моментов  $\mu = 0$

**Сечение**



Профиль: Квадратные трубы по ГОСТ 32931-2015 80x5.0

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	0,01	L1+L2+L3+0.9*L4+L6
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOY (XOU)	0,01	L1+L2+L3+0.9*L4+L6
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOZ (XOV)	0,01	L1+L2+L3+0.9*L4+L6
п. 7.1.1	Прочность при центральном сжатии/растяжении	0,01	L1+L2+L3+0.9*L4+L6
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOY	0,6	L1+L2+L3+0.9*L4+L6
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0,6	L1+L2+L3+0.9*L4+L6
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	0,32	L1+L2+L3+0.9*L4+L6
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	0,32	L1+L2+L3+0.9*L4+L6

**Коэффициент использования 0,6 - Предельная гибкость в плоскости XOY**

### Конструктивная группа Распорки P1

#### Конструктивная группа Распорки P1. Элемент № 11

**Тип элемента:** Элемент общего вида

**Сталь:** С255

Длина элемента 3 м

Предельная гибкость для сжатых элементов: 180 - 60a

Предельная гибкость для растянутых элементов: 400

Коэффициент условий работы 1

Количество закреплений сжатого пояса в пролете	Вид нагрузки в пролете	Эпюра M	Пояс, к которому приложена нагрузка
Без закреплений	Равномерно распределенная		Сжатый

Коэффициент надежности по ответственности 1

Дополнительные коэффициенты условий работы	
Расчет на прочность при сейсмике	0
Расчет на устойчивость при сейсмике	0

Дополнительные коэффициенты условий работы	
При особых (не сейсмических) воздействиях	1
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

Неупругая работа сечения не допускается

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OZ_1$  1

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OY_1$  1

Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба:

коэффициент к геометрической длине = 0,3

Тип эпюры моментов



Положение нагрузки



Расстояние между раскреплениями из плоскости изгиба:

коэффициент к геометрической длине = 0,3

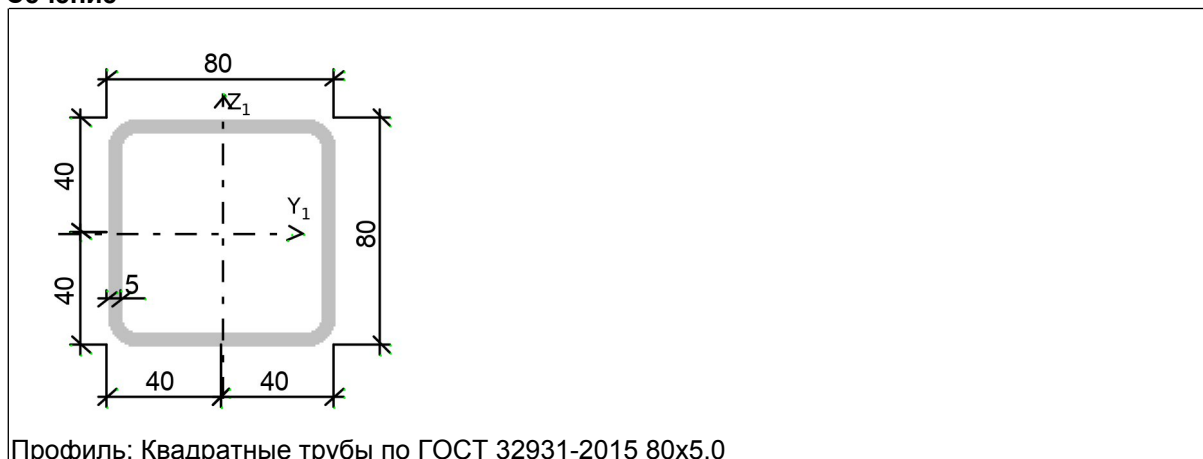
Коэффициенты расчетной длины, зависящие от условий закреплений опорных сечений:

поворот из плоскости изгиба = 1

депланация = 1

Соотношение концевых моментов у = 0

**Сечение**



Профиль: Квадратные трубы по ГОСТ 32931-2015 80x5.0

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента $M_y$	0,01	L1+L2+L3+L5
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы $Q_z$	$1,99 \cdot 10^{-003}$	L1+L2+L3+L5
п. 9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	0,02	L1+L2+L3+0.9*L4-L5
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOY (XOU)	$4,77 \cdot 10^{-003}$	L1+L2+L3+0.9*L4-L5
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOZ	$4,77 \cdot 10^{-003}$	L1+L2+L3+0.9*L4

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
	(XOY)		-L5
пп. 9.2.2, 9.2.10	Устойчивость в плоскости действия момента Му при внецентренном сжатии	0,02	L1+L2+L3+0.9*L4 -L5
пп. 9.2.4, 9.2.5, 9.2.8, 9.2.10	Устойчивость из плоскости действия момента Му при внецентренном сжатии	0,02	L1+L2+L3+0.9*L4 -L5
п. 7.1.1	Прочность при центральном сжатии/растяжении	$3,42 \cdot 10^{-003}$	L1+L2+L3+0.9*L4 -L5
п. 8.4.1	Устойчивость плоской формы изгиба	0,01	L1+L2+L3
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOY	0,57	L1+L2+L3+0.9*L4 -L5
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0,57	L1+L2+L3+0.9*L4 -L5
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	0,32	L1+L2+L3+0.9*L4 -L5
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	0,32	L1+L2+L3+0.9*L4 -L5

**Коэффициент использования 0,57 - Предельная гибкость в плоскости XOY  
Конструктивная группа Распорки Р1. Элемент № 13**

Тип элемента: Элемент общего вида

Сталь: С255

Длина элемента 3 м

Предельная гибкость для сжатых элементов: 180 - 60a

Предельная гибкость для растянутых элементов: 400

Коэффициент условий работы 1

Количество закреплений сжатого пояса в пролете	Вид нагрузки в пролете	Эпюра M	Пояс, к которому приложена нагрузка
Без закреплений	Равномерно распределенная		Сжатый

Коэффициент надежности по ответственности 1

Дополнительные коэффициенты условий работы	
Расчет на прочность при сейсмике	0
Расчет на устойчивость при сейсмике	0
При особых (не сейсмических) воздействиях	1
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

Неупругая работа сечения не допускается

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OZ_1$  1

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OY_1$  1

Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба:  
коэффициент к геометрической длине = 0,3

Тип эпюры моментов



Положение нагрузки



Расстояние между раскреплениями из плоскости изгиба:  
коэффициент к геометрической длине = 0,3

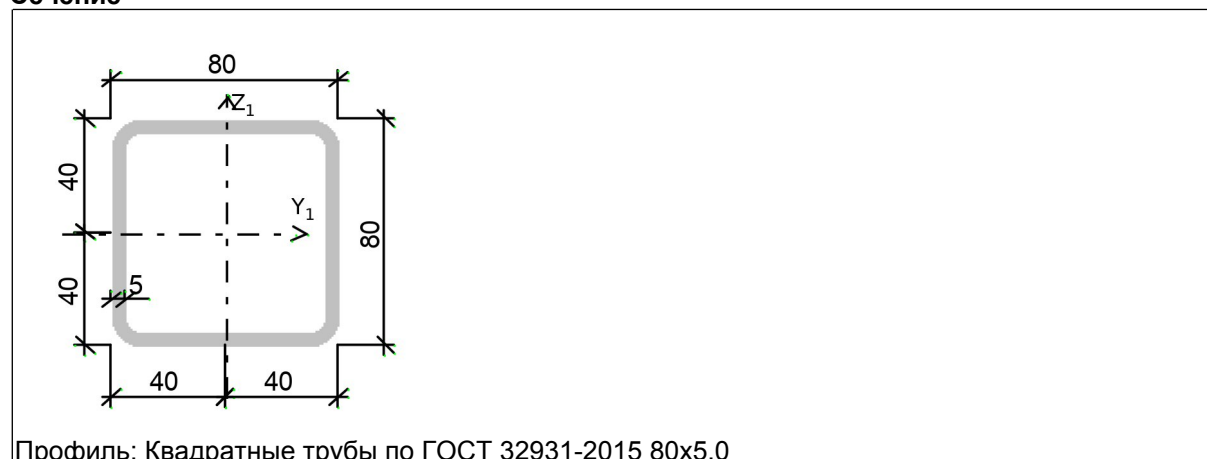
Коэффициенты расчетной длины, зависящие от условий закреплений опорных сечений:

поворот из плоскости изгиба = 1

депланация = 1

Соотношение конечных моментов  $\eta = 0$

**Сечение**



Профиль: Квадратные трубы по ГОСТ 32931-2015 80x5.0

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента $M_y$	0,01	L1+L2+L3+L4+0.9 *L6
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы $Q_z$	$1,99 \cdot 10^{-003}$	L1+L2+L3+L4+0.9 *L6
п. 9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	0,03	L1+L2+L3+L4+0.9 *L6
п. 7.1.1	Прочность при центральном сжатии/растяжении	0,01	L1+L2+L3+L4+0.9 *L6
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOY	0,22	L1+L2+L3+L4+0.9 *L6
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0,22	L1+L2+L3+L4+0.9 *L6
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	0,18	L1+L2+L3+L4+0.9 *L6
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	0,05	L1+L2+L3-L6

Коэффициент использования 0,22 - Предельная гибкость в плоскости ХОУ

Конструктивная группа связи сг1

Конструктивная группа связи сг1. Элемент № 39

Тип элемента: Элемент общего вида

Сталь: С255

Длина элемента 4,04 м

Предельная гибкость для сжатых элементов: 180 - 60а

Предельная гибкость для растянутых элементов: 400

Коэффициент условий работы 1

Количество закреплений сжатого пояса в пролете	Вид нагрузки в пролете	Эпюра М	Пояс, к которому приложена нагрузка
Без закреплений	Равномерно распределенная		Сжатый

Коэффициент надежности по ответственности 1

Дополнительные коэффициенты условий работы	
Расчет на прочность при сейсмике	0
Расчет на устойчивость при сейсмике	0
При особых (не сейсмических) воздействиях	1
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

Неупругая работа сечения не допускается

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OZ_1$  1

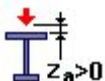
Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OY_1$  1

Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба:  
коэффициент к геометрической длине = 1

Тип эпюры моментов



Положение нагрузки



Расстояние между раскреплениями из плоскости изгиба:

коэффициент к геометрической длине = 1

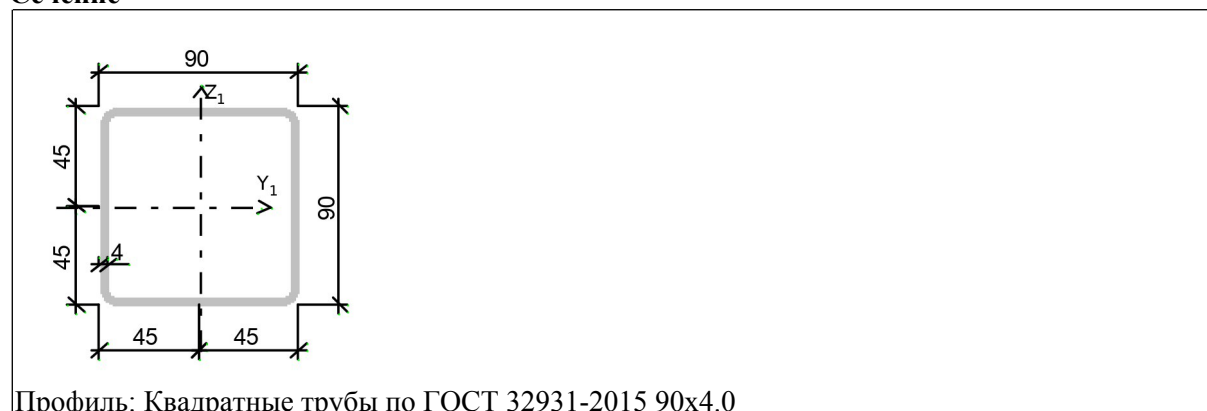
Коэффициенты расчетной длины, зависящие от условий закреплений опорных сечений:

поворот из плоскости изгиба = 1

депланация = 1

Соотношение концевых моментов  $\eta = 0$

### Сечение



Профиль: Квадратные трубы по ГОСТ 32931-2015 90x4.0

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента $M_y$	0,03	L1+L2+L3+0.9*L4-L5
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы $Q_z$	$2,68 \cdot 10^{-003}$	L1+L2+L3+0.9*L4-L5
п. 9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	0,03	L1+L2+L3+0.9*L4-L5
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOY (XOU)	$3,84 \cdot 10^{-003}$	L1+L2+L3+L5
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOZ (XOV)	$3,84 \cdot 10^{-003}$	L1+L2+L3+L5
пп. 9.2.2, 9.2.10	Устойчивость в плоскости действия момента $M_y$ при внецентренном сжатии	0,03	L1+L2+L3+L5
пп. 9.2.4, 9.2.5, 9.2.8, 9.2.10	Устойчивость из плоскости действия момента $M_y$ при внецентренном сжатии	0,03	L1+L2+L3+L5
п. 7.1.1	Прочность при центральном сжатии/растяжении	$3,63 \cdot 10^{-003}$	L1+L2+L3+0.9*L4-L5
п. 8.4.1	Устойчивость плоской формы изгиба	0,03	L1+L2+L3+L6
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOY	0,77	L1+L2+L3+L5
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0,77	L1+L2+L3+L5
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	0,32	L1+L2+L3+L5
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	0,32	L1+L2+L3+L5

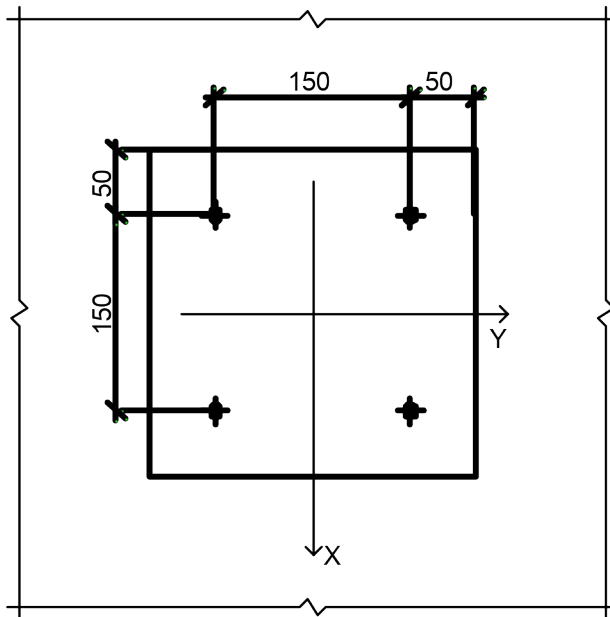
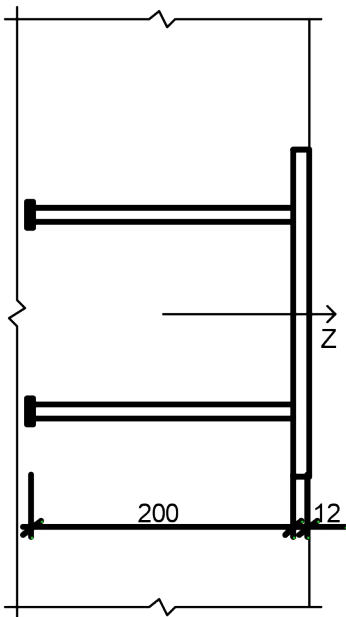
**Коэффициент использования 0,77 - Предельная гибкость в плоскости XOY**

## Закладные детали

Расчет выполнен по СП 63.13330.2018 с изменениями №1,2

Коэффициент надежности по ответственности  $g_n = 1$

### Схема детали



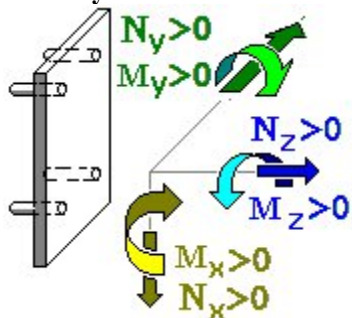
### Сталь

Расчетное сопротивление стали, из которой изготовлена пластина  $R_y = 23445,464$  Т/м<sup>2</sup>

### Анкеры

Класс арматуры А240  
 Диаметр 10 мм  
 Квадратные пластины усиления  
 a=30 мм

**Знаки усилий**



**Бетон**

Вид бетона: Тяжелый  
 Класс бетона: В25

Коэффициенты условий работы бетона		
$g_{b1}$	учет нагрузок длительного действия	0,9
$g_{b2}$	учет характера разрушения	1
$g_{b3}$	учет вертикального положения при бетонировании	1
$g_{b5}$	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

**Результаты расчета по комбинациям загрузений**

	$N_x$	$N_y$	$N_z$	$M_x$	$M_y$	$M_z$
	T	T	T	T* $M$	T* $M$	T* $M$
1	0,3	0	-3,5	0	0,1	0

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 4.2 Рекомендаций	Прочность наиболее напряженного анкера	0,071

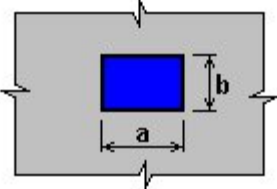
**Коэффициент использования 0,071 - Прочность наиболее напряженного анкера**

## Местное сжатие

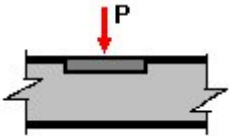
Расчет выполнен по СП 63.13330.2018 с изменениями №1,2

Коэффициент надежности по ответственности  $g_n = 1$

### Схема нагружения

Местная нагрузка вдали от краев элемента	$a = 260 \text{ мм}$ $b = 260 \text{ мм}$
	

### Расчетная нагрузка

	$P = 3,5 \text{ Т}$ Распределение нагрузки - равномерное
--	---

### Бетон

Вид бетона: Тяжелый

Класс бетона: В25

Коэффициенты условий работы бетона		
$g_{b1}$	учет нагрузок длительного действия	0,9
$g_{b2}$	учет характера разрушения	1
$g_{b3}$	учет вертикального положения при бетонировании	1
$g_{b5}$	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Результаты расчета		
Проверено по СНИП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.44 СП 63.13330	Прочность из условий местного сжатия для неармированного сечения	0,016

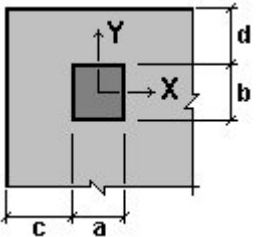
**Коэффициент использования 0,016 - Прочность из условий местного сжатия для неармированного сечения**

## Продавливание

Расчет выполнен по СП 63.13330.2018 с изменениями №1,2

Коэффициент надежности по ответственности  $g_n = 1$

Площадка приложения нагрузки расположена у свободного края элемента

	$a = 0,26$ м $b = 0,26$ м $c = 0,17$ м $d = 0,17$ м Высота плиты 0,3 м
---	--

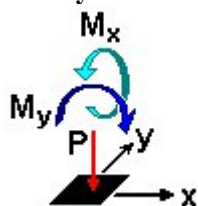
### Бетон

Вид бетона: Тяжелый

Класс бетона: В25

Коэффициенты условий работы бетона		
$g_{b1}$	учет нагрузок длительного действия	0,9
$g_{b2}$	учет характера разрушения	1
$g_{b3}$	учет вертикального положения при бетонировании	1
$g_{b5}$	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

### Знаки усилий



### Результаты расчета по комбинациям загрузений

	P	$M_x$	$M_y$
	T	T*М	T*М
1	3,5	0,4	0,1

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.49	прочность на продавливание бетонного элемента при действии сосредоточенной силы и изгибающих моментов с векторами вдоль осей X, Y	0,095
п. 8.1.49	прочность на продавливание по незамкнутому контуру бетонного элемента при действии сосредоточенной силы и изгибающих моментов (в том числе дополнительных от внецентренного приложения силы относительно контура продавливания) с векторами вдоль осей X, Y (площадка приложения у края плиты)	0,179

**Коэффициент использования 0,179 - прочность на продавливание по незамкнутому контуру бетонного элемента при действии сосредоточенной силы и изгибающих моментов (в том числе дополнительных от внецентренного приложения силы относительно контура продавливания) с векторами вдоль осей X, Y (площадка приложения у края плиты)**



## Расчет узла сопряжения колонна-балка

Проект:  
Проект №:  
Автор :



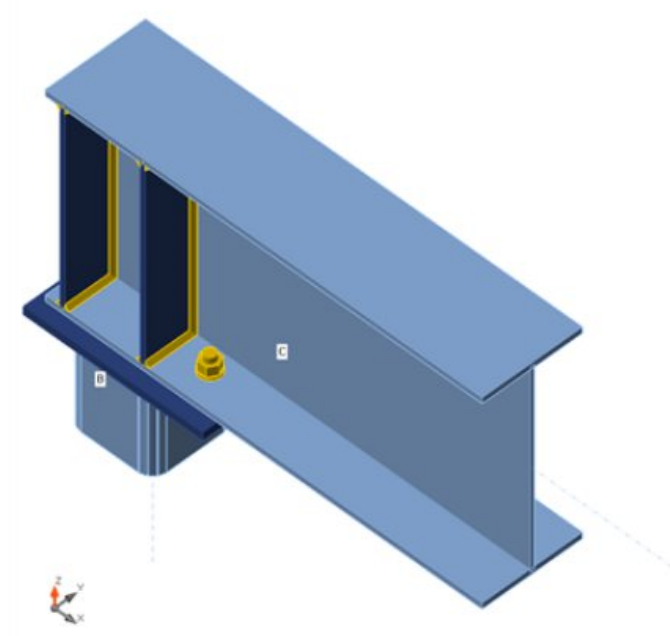
### Элемент проекта CON1

#### Исполнение

Имя CON1  
Описание  
Расчёт Напряжения, деформации/ упрощённое задание нагрузок

#### Балки и колонны

Имя	Сечение	$\beta$ - Направление [°]	$\gamma$ - Наклон [°]	$\alpha$ - Вращение [°]	$e_x$ - Смещение [mm]	$e_y$ - Смещение [mm]	$e_z$ - Смещение [mm]	Приложение сил
C	3 - 30Б1	0,0	0,0	0,0	-80	0	0	Узел
B	2 - 120 x 8.0	0,0	90,0	0,0	0	0	0	Узел



#### Сечения

Имя	Материал
3 - 30Б1	C255
2 - 120 x 8.0	C255

#### Болты

Имя	Болтовое соединение	Диаметр [mm]	$f_u$ [MPa]	Площадь брутто [mm <sup>2</sup> ]
M16 5.8 A	M16 5.8 A	16	500,0	201

Проект:  
Проект №:  
Автор :

### Загрузки (равновесие не требуется)

Имя	Member	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
LE1	C	0,0	0,0	-34,0	0,0	0,0	0,0

### Проверка

#### Краткий отчёт

Имя	Значение	Статус проверки
Расчёт	100,0%	OK
Пластины	0,0 < 5,0%	OK
Болты	11,1 < 100%	OK
Сварные швы	27,8 < 100%	OK
Устойчивость	Не вычислено	
GMNA	Вычислено	

#### Пластины

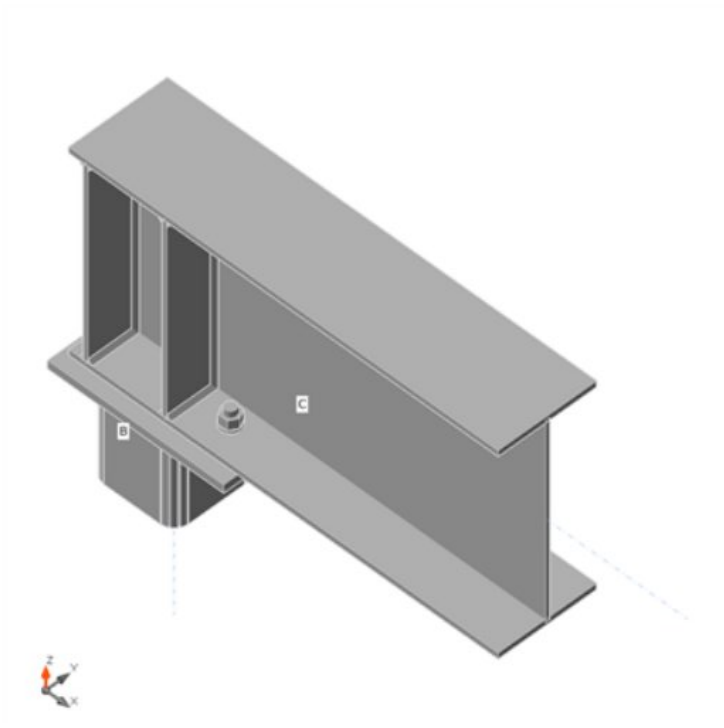
Имя	Материал	R <sub>y</sub> [MPa]	Толщина [mm]	Нагрузки	σ [MPa]	ε <sub>pI</sub> [%]	σ <sub>CEd</sub> [MPa]	Статус проверки
C-bfl 1	C255	248,8	8,5	LE1	61,2	0,0	9,3	OK
C-tfl 1	C255	248,8	8,5	LE1	49,5	0,0	0,0	OK
C-w 1	C255	248,8	5,8	LE1	52,1	0,0	0,0	OK
B	C255	248,8	8,0	LE1	44,6	0,0	0,0	OK
EP1	C255 - 1	239,0	12,0	LE1	39,8	0,0	13,2	OK
PЖ1a	C255	248,8	7,0	LE1	42,8	0,0	0,0	OK
PЖ1b	C255	248,8	7,0	LE1	42,8	0,0	0,0	OK
PЖ1c	C255	248,8	7,0	LE1	12,2	0,0	0,0	OK
PЖ1d	C255	248,8	7,0	LE1	12,2	0,0	0,0	OK

#### Данные проекта

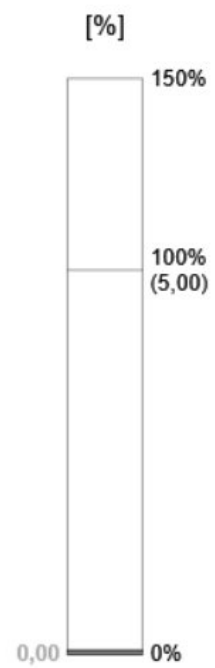
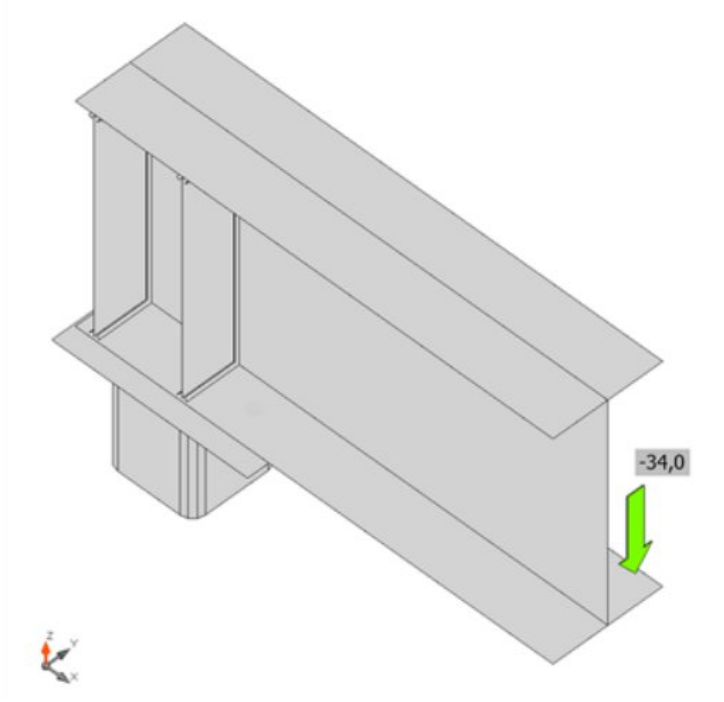
Материал	R <sub>y</sub> [MPa]	ε <sub>lim</sub> [%]
C255	248,8	5,0
C255 - 1	239,0	5,0

ë

Проект:  
Проект №:  
Автор :



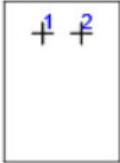
Общая проверка, LE1



Проверка по деформациям, LE1

Проект:  
 Проект №:  
 Автор :

## Болты

Форма	Элемент	Класс	Нагрузки	$N_t$ [kN]	$N_s$ [kN]	$N_{bp}$ [kN]	$U_t$ [%]	$U_s$ [%]	$U_{ts}$ [%]	Конструирование	Статус
	B1	M16 5.8 A - 1	LE1	3,9	0,1	80,7	11,1	0,3	11,1	OK	OK
	B2	M16 5.8 A - 1	LE1	3,9	0,1	80,7	11,1	0,3	11,1	OK	OK

### Данные проекта

Класс	$N_{bt}$ [kN]	$N_{bs}$ [kN]
M16 5.8 A - 1	35,3	41,2

### Подробные результаты для B2

#### Проверка на растяжение (СП 16 - П.14.2.9)

$$N_{bt} = R_{bt} \cdot A_{bn} \cdot \gamma_c = 35,3 \text{ kN} \geq N_t = 3,9 \text{ kN}$$

Где:

$R_{bt} = 225,0 \text{ MPa}$  – расчётное сопротивление растяжению

$A_{bn} = 157 \text{ mm}^2$  – площадь резьбовой части болта нетто

$\gamma_c = 1,00$  – коэф-т условий работы

#### Проверка на срез (СП 16 - П.14.2.9)

$$N_{bs} = R_{bs} \cdot A_b \cdot \gamma_b \cdot \gamma_c = 41,2 \text{ kN} \geq N_s = 0,1 \text{ kN}$$

Где:

$R_{bs} = 205,0 \text{ MPa}$  – расчётное сопротивление срезу

$A_b = 201 \text{ mm}^2$  – площадь сечения стержня болта брутто

$\gamma_b = 1,00$  – коэф-т условий работы болтового соединения

$\gamma_c = 1,00$  – коэф-т условий работы

#### Проверка на смятие (СП 16 - П.14.2.9)

$$N_{bp} = R_{bp} \cdot d_b \cdot t \cdot \gamma_b \cdot \gamma_c = 80,7 \text{ kN} \geq N_s = 0,1 \text{ kN}$$

Где:

$R_{bp} = 593,2 \text{ MPa}$  – расчётное сопротивление смятию соединяемых элементов

$d_b = 16 \text{ mm}$  – диаметр болта

$t = 9 \text{ mm}$  – толщина пластины

$\gamma_b = 1,00$  – коэф-т условий работы болтового соединения

$\gamma_c = 1,00$  – коэф-т условий работы

Проект:  
 Проект №:  
 Автор :

проверка на совместное действие растяжения и сдвига (СП 16 - П.14.2.13)

$$\sqrt{\left(\frac{N_t}{N_{bt}}\right)^2 + \left(\frac{N_s}{N_{bs}}\right)^2} = 0,11 \leq 1,0$$

Где:

- $N_t = 3,9 \text{ kN}$  – растягивающее усилие в болте
- $N_{bt} = 35,3 \text{ kN}$  – прочность болта при растяжении
- $N_s = 0,1 \text{ kN}$  – усилие в одной плоскости среза
- $N_{bs} = 41,2 \text{ kN}$  – Расчётное усилие среза

### Сечения сварных швов

Элемент	Край	Электрод	$k_f$ [mm]	$l$ [mm]	$l_{we}$ [mm]	Нагрузки	$N$ [kN]	$U_{twm}$ [%]	$U_{tbm}$ [%]	Конструирование	Статус
C-bfl 1	РЖ1а	Э50	▲6,0▲	67	28	LE1	4,2	12,6	13,6	OK	OK
		Э50	▲6,0▲	67	28	LE1	4,9	14,7	15,8	OK	OK
C-w 1	РЖ1а	Э50	▲6,0▲	278	34	LE1	1,9	4,9	5,3	OK	OK
		Э50	▲6,0▲	278	34	LE1	1,7	4,4	4,8	OK	OK
C-tfl 1	РЖ1а	Э50	▲6,0▲	67	28	LE1	0,5	1,5	1,7	OK	OK
		Э50	▲6,0▲	67	28	LE1	0,3	1,0	1,1	OK	OK
C-bfl 1	РЖ1b	Э50	▲6,0▲	67	29	LE1	4,9	14,7	15,9	OK	OK
		Э50	▲6,0▲	67	29	LE1	4,2	12,6	13,6	OK	OK
C-w 1	РЖ1b	Э50	▲6,0▲	278	34	LE1	1,7	4,4	4,8	OK	OK
		Э50	▲6,0▲	278	34	LE1	1,9	4,9	5,3	OK	OK
C-tfl 1	РЖ1b	Э50	▲6,0▲	67	29	LE1	0,3	1,0	1,1	OK	OK
		Э50	▲6,0▲	67	29	LE1	0,5	1,5	1,7	OK	OK
C-bfl 1	РЖ1c	Э50	▲6,0▲	67	28	LE1	1,2	3,6	3,9	OK	OK
		Э50	▲6,0▲	67	28	LE1	1,3	3,8	4,1	OK	OK
C-w 1	РЖ1c	Э50	▲6,0▲	279	34	LE1	0,5	1,3	1,4	OK	OK
		Э50	▲6,0▲	278	34	LE1	0,5	1,4	1,5	OK	OK
C-tfl 1	РЖ1c	Э50	▲6,0▲	67	28	LE1	0,4	1,1	1,2	OK	OK
		Э50	▲6,0▲	67	28	LE1	0,6	1,8	1,9	OK	OK
C-bfl 1	РЖ1d	Э50	▲6,0▲	67	29	LE1	1,3	3,8	4,1	OK	OK
		Э50	▲6,0▲	67	29	LE1	1,2	3,6	3,9	OK	OK
C-w 1	РЖ1d	Э50	▲6,0▲	278	34	LE1	0,5	1,4	1,5	OK	OK
		Э50	▲6,0▲	279	34	LE1	0,5	1,3	1,4	OK	OK
C-tfl 1	РЖ1d	Э50	▲6,0▲	67	29	LE1	0,6	1,8	1,9	OK	OK
		Э50	▲6,0▲	67	29	LE1	0,4	1,1	1,2	OK	OK
EP1	B	Э50	▲8,0	419	10	LE1	3,8	25,0	27,8	OK	OK

Проект:  
Проект №:  
Автор :

### Подробные результаты для EP1 / В

Проверка прочности по металлу шва (СП 16 - П.14.1)

$$\frac{N}{\beta_f \cdot k_f \cdot l_{we} \cdot R_{wf} \cdot \gamma_c} = 0,25 \leq 1,0$$

Где:

- $N = 3,8 \text{ kN}$  – усилие сдвига в элементе сварки
- $\beta_f = 0,90$  – коэф-т по металлу шва
- $k_f = 8 \text{ mm}$  – катет сварного шва
- $l_{we} = 10 \text{ mm}$  – расчётная длина элемента сварки

- $l_{we} = \frac{l_w}{l} \cdot l_e$ , где:
  - $l_w = l - 10 \text{ mm} = 409 \text{ mm}$  – расчётная длина сварного шва
  - $l = 419 \text{ mm}$  – фактическая длина сварного шва
  - $l_e = 10 \text{ mm}$  – фактическая длина элемента сварки

$R_{wf} = 215,6 \text{ МПа}$  – расчётное сопротивление сварного соединения по металлу шва

- $R_{wf} = 0,55 \cdot \frac{R_{wm}}{\gamma_{wm}}$ , где:
  - $R_{wm} = 490,0 \text{ МПа}$  – нормативное сопротивление металла швов сварных соединений с угловыми швами
  - $\gamma_{wm} = 1,25$  – коэф-т надёжности по металлу шва

$\gamma_c = 1,00$  – коэф-т условий работы

Проверка прочности по металлу границы сплавления (СП 16 - п.14.1)

$$\frac{N}{\beta_z \cdot k_f \cdot l_{we} \cdot R_{wz} \cdot \gamma_c} = 0,28 \leq 1,0$$

Где:

- $N = 3,8 \text{ kN}$  – усилие сдвига в элементе сварки
- $\beta_z = 1,05$  – коэф-т по металлу границы сплавления
- $k_f = 8 \text{ mm}$  – катет сварного шва
- $l_{we} = 10 \text{ mm}$  – расчётная длина элемента сварки

- $l_{we} = \frac{l_w}{l} \cdot l_e$ , где:
  - $l_w = l - 10 \text{ mm} = 409 \text{ mm}$  – расчётная длина сварного шва
  - $l = 419 \text{ mm}$  – фактическая длина сварного шва
  - $l_e = 10 \text{ mm}$  – фактическая длина элемента сварки

$R_{wz} = 166,5 \text{ МПа}$  – расчётное сопротивление сварного соединения по металлу границы сплавления

- $R_{wz} = 0,45 \cdot R_{um}$ , где:
  - $R_{um} = 370,0 \text{ МПа}$  – нормативное временное сопротивление стали свариваемых деталей

$\gamma_c = 1,00$  – коэф-т условий работы

Проект:  
Проект №:  
Автор :

## Устойчивость

Нагрузки	Форма	Кэф-т [-]
LE1	1	31,37
	2	33,69
	3	47,33
	4	53,72
	5	61,07
	6	64,30

## Ведомость материалов

### Монтажные операции

Имя	Пластины [mm]	Форма	№	Сварные швы [mm]	Длина [mm]	Болты	№
EP1	P12,0x180,0-250,0 (C255)		1	Угловой: a = 5,7	419,4	M16 5.8 A	2
PЖ1	P7,0x67,1-279,0 (C255)		4	Двусторонний угловой: a = 4,2	1652,8		

### Сварные швы

Тип	Материал	Толщина шва [mm]	Размер катета [mm]	Длина [mm]
Угловой	Э50	5,7	8,0	419,4
Двусторонний угловой	Э50	4,2	6,0	1652,8

### Болты

Имя	Зажимная длина болта [mm]	Кол-во
M16 5.8 A	21	2

## Настройки норм

Элемент	Значение	Ед. изм.	Ссылка
Останавливать на предельной деформации	Нет		
Конструирование	Да		СП 16 - п.14.1.7, Табл. 38, 40
Преднапряжённые болты - коэф-т трения $\mu$	0,35	-	СП 16 - Таблица 42

Проект:  
Проект №:  
Автор :



Элемент	Значение	Ед. изм.	Ссылка
Тип нагрузки на болты	Static		СП 16 - Таблица 42
Тип сварки	Автом. и мех. (d = 1,4-2,0 мм)		СП 16 - Таблица 39
Длина анкеровки для вычисления жёсткости [d]	8	-	EN 1993-1-8 - Table 6.11
Козф-т условий работы, $\gamma_c$	1,00	-	СП 16 - Таблица 1
Предельная пластическая деформация	0,05	-	EN 1993-1-5 - Cl.C.8
Проверка лок. пластич. деф-ий	Нет		
Предел локальной пластич. деф-ии	0,03	-	CIDECT DG 1, 3 - 1.1
Геометрическая нелинейность (ГН)	Да		Расчёт с учётом больших перемещений в трубах
Связевая система	Нет		

## Очистные сооружения хоз-бытового стока (поз.38 по ПЗУ)

### Описание расчетной части

#### Расчет металлических конструкций Очистных сооружений хозяйственно-бытового стока

##### 1.1. Описание расчетной модели

Расчетная схема определена как система с признаком 5. Это означает, что рассматривается система общего вида, деформации которой и ее основные неизвестные представлены линейными перемещениями узловых точек вдоль осей X, Y, Z и поворотами вокруг этих осей.

Выборный режим статического расчета.

Статический расчет системы выполнен в линейной постановке.

Общий вид расчётной модели здания очистных см. рис. 1.

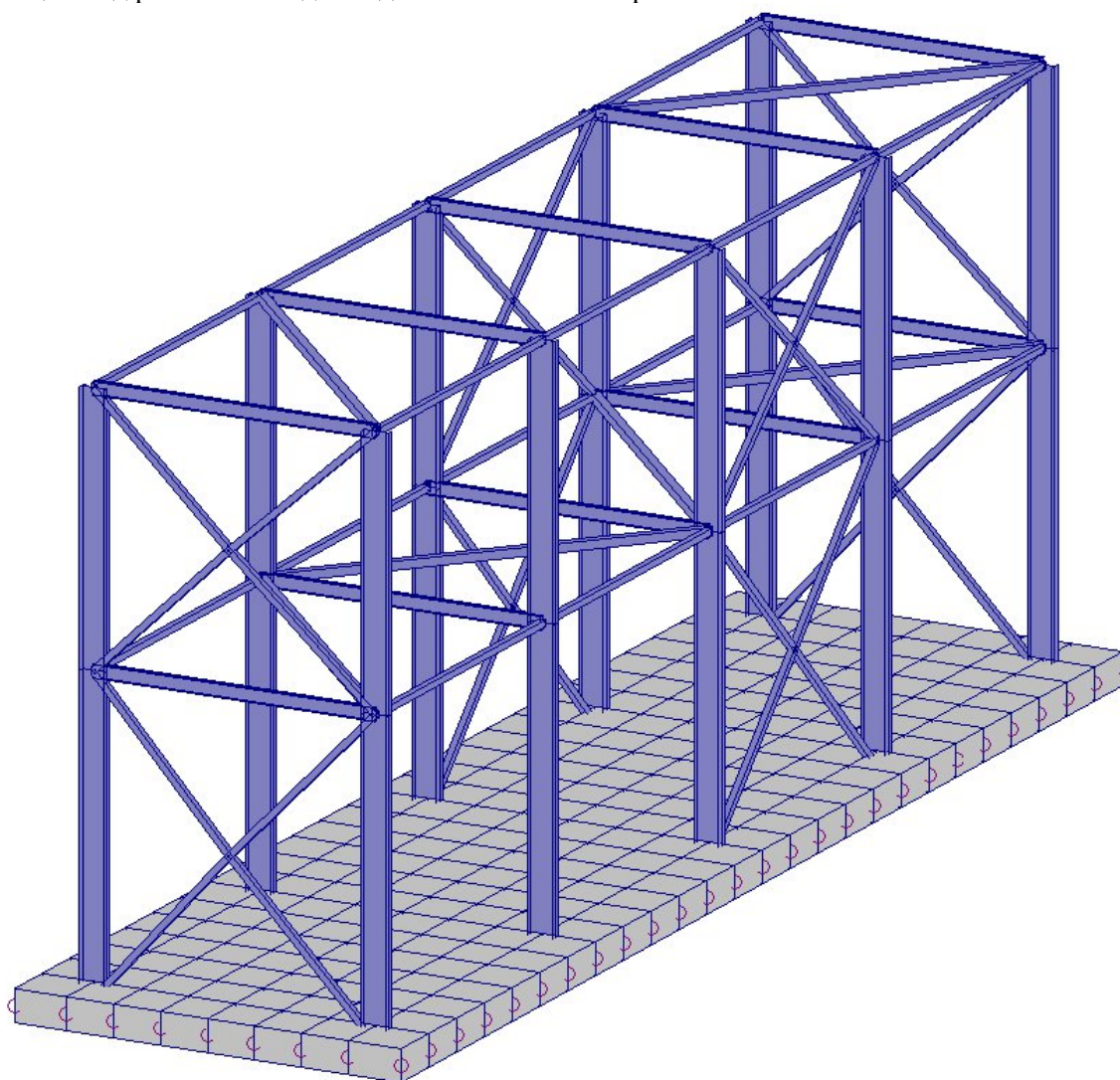


Рис.1. Общий вид расчётной модели (здание очистных)

## 1.2. Граничные условия

Граничные условия заданы следующим образом. Колонны здания закреплены жестко по всем степеням свободы в обеих плоскостях.

## 1.3. Жесткости

Единицы измерения:

- Линейные размеры: м
- Размеры сечений: мм
- Силы: Т

Толщина пластин представлена в единицах измерения линейных размеров.

<b>Жесткости</b>		
Тип	Жесткость	Изображение
1	<p>Жесткость стержневых элементов - профиль металлопроката Каталог: Полный каталог профилей ГОСТ.. Семейство: Двутавр нормальный (Б) по ГОСТ 26020-83 Профиль: 12Б1</p> <p>Модуль упругости <math>E = 21000000,77 \text{ Т/м}^2</math> Коэффициент Пуассона <math>\nu = 0,3</math> Объемный вес <math>\gamma = 7,85 \text{ Т/м}^3</math> Коэффициент температурного расширения <math>\alpha = 1,2e-005</math> Продольная жесткость <math>EF = 23163 \text{ Т}</math> Изгибная жесткость (ось Y) <math>EI_y = 53,97 \text{ Т*м}^2</math> Изгибная жесткость (ось Z) <math>EI_z = 4,7 \text{ Т*м}^2</math> Сдвиговая жесткость (ось Y) <math>GF_y = 3756,71 \text{ Т}</math> Сдвиговая жесткость (ось Z) <math>GF_z = 3236,51 \text{ Т}</math> Крутильная жесткость <math>GI_{кр} = 0,08 \text{ Т*м}^2</math> Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U) <math>a_{y+} = 0,63 \text{ см}</math> Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U) <math>a_{y-} = 0,63 \text{ см}</math> Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V) <math>a_{z+} = 3,96 \text{ см}</math> Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V) <math>a_{z-} = 3,96 \text{ см}</math></p>	
2	<p>Жесткость стержневых элементов - профиль металлопроката Каталог: Полный каталог профилей ГОСТ.. Семейство: Квадратные трубы по ГОСТ 32931-2015 Профиль: 80x4.0</p> <p>Модуль упругости <math>E = 21000000,77 \text{ Т/м}^2</math> Коэффициент Пуассона <math>\nu = 0,3</math> Объемный вес <math>\gamma = 7,85 \text{ Т/м}^3</math> Коэффициент температурного расширения <math>\alpha = 1,2e-005</math> Продольная жесткость <math>EF = 24675 \text{ Т}</math> Изгибная жесткость (ось Y) <math>EI_y = 23,32 \text{ Т*м}^2</math> Изгибная жесткость (ось Z) <math>EI_z = 23,32 \text{ Т*м}^2</math> Сдвиговая жесткость (ось Y) <math>GF_y = 4136,82 \text{ Т}</math> Сдвиговая жесткость (ось Z) <math>GF_z = 4136,82 \text{ Т}</math> Крутильная жесткость <math>GI_{кр} = 14,18 \text{ Т*м}^2</math> Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U) <math>a_{y+} = 2,36 \text{ см}</math> Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U) <math>a_{y-} = 2,36 \text{ см}</math> Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V) <math>a_{z+} = 2,36 \text{ см}</math> Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V) <math>a_{z-} = 2,36 \text{ см}</math></p>	

Жесткости		
Тип	Жесткость	Изображение
	$Z(V) a_{v-} = 2,36 \text{ см}$	
3	<p>Жесткость стержневых элементов - профиль металлопроката Каталог: Полный каталог профилей ГОСТ.. Семейство: Квадратные трубы по ГОСТ 32931-2015 Профиль: 60x4.0</p> <p>Модуль упругости <math>E = 21000000,77 \text{ Т/м}^2</math> Коэффициент Пуассона <math>\nu = 0,3</math> Объемный вес <math>\gamma = 7,85 \text{ Т/м}^3</math> Коэффициент температурного расширения <math>\alpha = 1,2e-005</math> Продольная жесткость <math>EF = 17955 \text{ Т}</math> Изгибная жесткость (ось Y) <math>EI_y = 9,15 \text{ Т*м}^2</math> Изгибная жесткость (ось Z) <math>EI_z = 9,15 \text{ Т*м}^2</math> Сдвиговая жесткость (ось Y) <math>GF_y = 2985,99 \text{ Т}</math> Сдвиговая жесткость (ось Z) <math>GF_z = 2985,99 \text{ Т}</math> Крутильная жесткость <math>GI_{кр} = 5,67 \text{ Т*м}^2</math> Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U) <math>a_{u+} = 1,7 \text{ см}</math> Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U) <math>a_{u-} = 1,7 \text{ см}</math> Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V) <math>a_{v+} = 1,7 \text{ см}</math> Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V) <math>a_{v-} = 1,7 \text{ см}</math></p>	
4	<p>Жесткость стержневых элементов - профиль металлопроката Каталог: Полный каталог профилей ГОСТ.. Семейство: Двутавр нормальный (Б) по ГОСТ 26020-83 Профиль: 23Б1</p> <p>Модуль упругости <math>E = 21000000,77 \text{ Т/м}^2</math> Коэффициент Пуассона <math>\nu = 0,3</math> Объемный вес <math>\gamma = 7,85 \text{ Т/м}^3</math> Коэффициент температурного расширения <math>\alpha = 1,2e-005</math> Продольная жесткость <math>EF = 69111 \text{ Т}</math> Изгибная жесткость (ось Y) <math>EI_y = 629,16 \text{ Т*м}^2</math> Изгибная жесткость (ось Z) <math>EI_z = 42,06 \text{ Т*м}^2</math> Сдвиговая жесткость (ось Y) <math>GF_y = 11269,99 \text{ Т}</math> Сдвиговая жесткость (ось Z) <math>GF_z = 9437,8 \text{ Т}</math> Крутильная жесткость <math>GI_{кр} = 0,68 \text{ Т*м}^2</math> Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U) <math>a_{u+} = 1,11 \text{ см}</math> Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U) <math>a_{u-} = 1,11 \text{ см}</math> Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V) <math>a_{v+} = 7,92 \text{ см}</math> Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V) <math>a_{v-} = 7,92 \text{ см}</math></p>	
5	<p>Имя типа жесткости: <math>h=0.3</math> Жесткости пластин Модуль упругости <math>E = 3060000 \text{ Т/м}^2</math> Коэффициент Пуассона <math>\nu = 0,2</math> Толщина <math>h = 0,3 \text{ м}</math> Объемный вес <math>\gamma = 2,5 \text{ Т/м}^3</math> Коэффициент температурного расширения <math>\alpha = 1,e-005</math></p>	
6	Связь конечной жесткости	

Жесткости		
Тип	Жесткость	Изображение
	EX = 100 Т/м EY = 100 Т/м	

Коэффициенты постели			
Номер	Вид элементов	Значение	Список конечных элементов
1	Пластины	C <sub>1</sub> =1088,46; C <sub>2</sub> =1269,87 C <sub>UV</sub> =0	85-292

#### 1.4. Нагрузки и воздействия

При проектировании учтены нагрузки и воздействия на здания, которые были определены согласно СП 20.13330.2016 «СНиП 2.01.07 - 85 «Нагрузки и воздействия». Значения принятых нагрузок и коэффициентов представлены в табл. 2.

Табл. 2. Здание. Нагрузки и воздействия

Тип нагрузки	P <sub>n</sub>	γ <sub>f</sub>	P	K <sub>длит</sub>	K <sub>1</sub>
<b>Постоянные:</b>					
• с.в. несущих конструкции	SCAD*	1,05	SCAD*	-	1
• с.в. кровли	32	1.16	38	-	1
• С.в. ограждающих конструкций	24	1,2	29	-	1
<b>Временные:</b>					
<b>- кратковременные:</b>					
• снеговая	II снеговой район	1,4	II снеговой район	0,5	0,9
• ветровая	III ветровой район	1,4	III ветровой район	0	±0,9
• полезная	200	1,2	29	-	1

**примечание:** SCAD\* - нагрузка определяется программным комплексом автоматически;

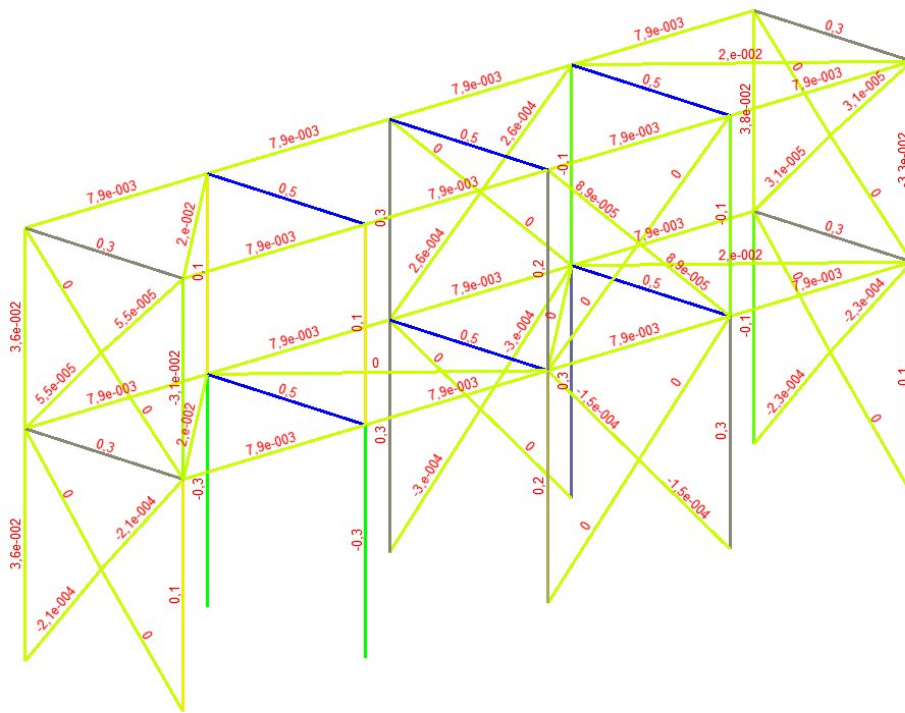
**где:** P<sub>n</sub> – нормативное значение нагрузки, кгс/м<sup>2</sup> (кроме оговоренных);

γ<sub>f</sub> – коэффициент надежности по нагрузке;

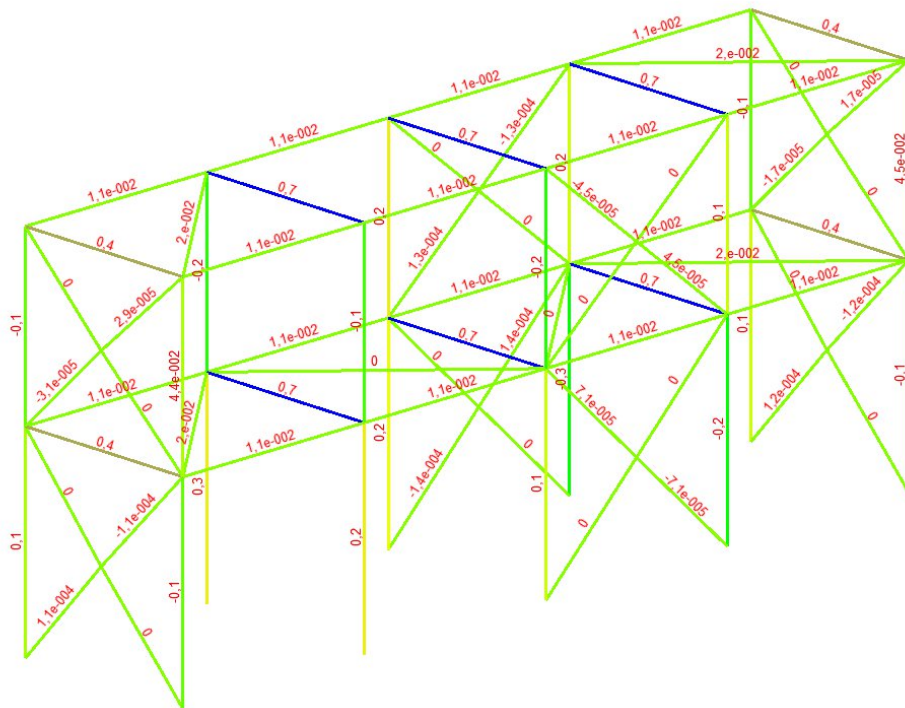
P – расчетное значение нагрузки, кгс/м<sup>2</sup> (кроме оговоренных);

K<sub>длит</sub> – коэффициент перехода от полных значений кратковременной нагрузки к пониженным значениям временной нагрузки длительного действия (доля длительности);

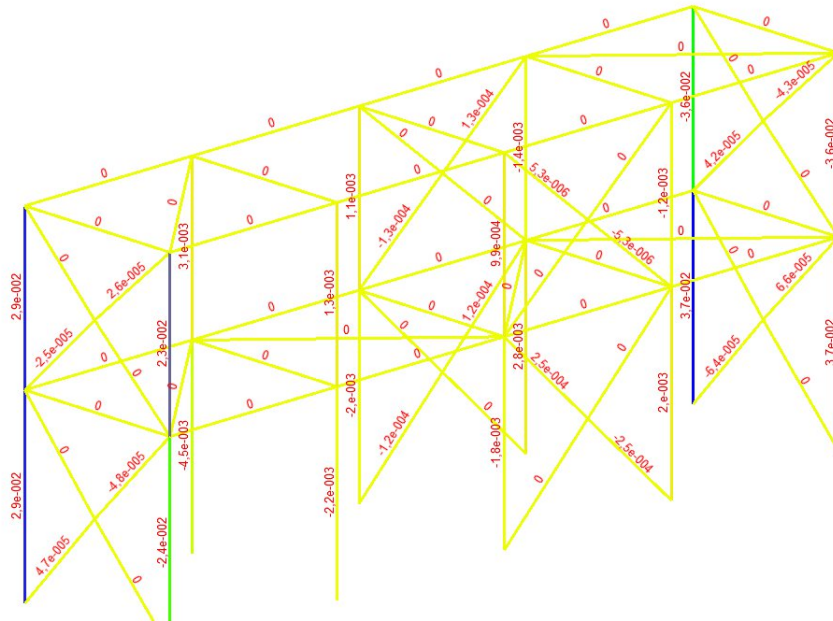




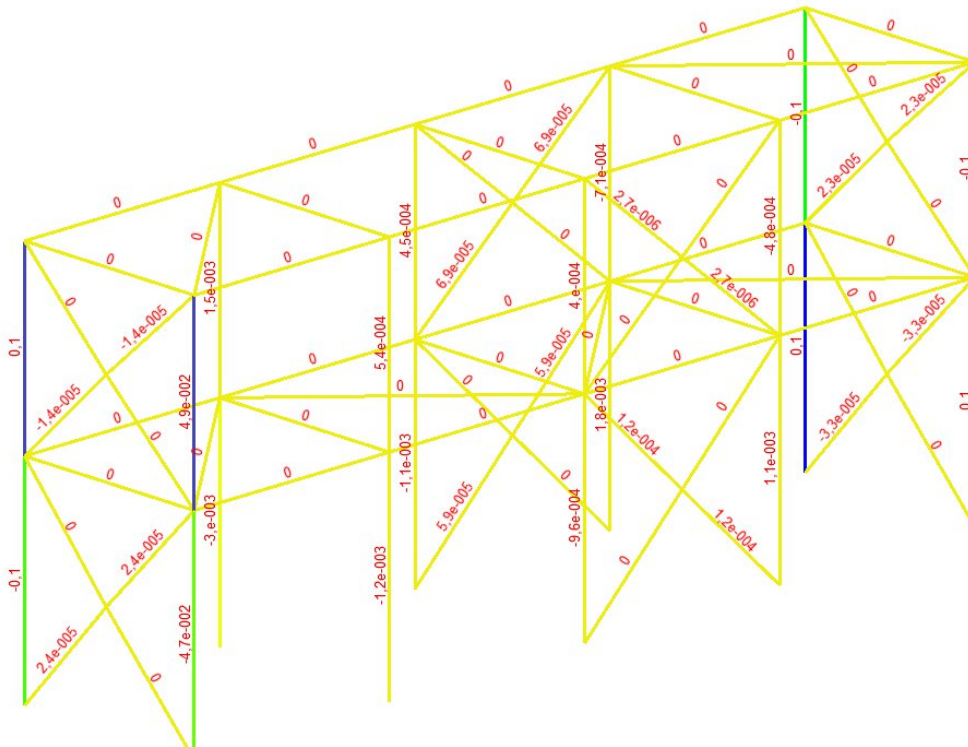
Момент  $M_u$ , металлического каркаса, тс\*м



Усилия  $Q_z$ , металлического каркаса, тс



Момент  $M_z$ , металлического каркаса, тс\*м



Усилия  $Q_y$ , металлического каркаса, тс

## 1.5. Основные результаты расчета

### Перемещения

Горизонтальные перемещения:

Перемещение верха колонн здания по оси Y при совместном воздействии вертикальных и горизонтальных нагрузок составляет  $f = 2,5\text{мм}$  и не превышает предельно допустимого значения ( $f < 1/150 = 3200/150 = 22\text{мм}$ ).

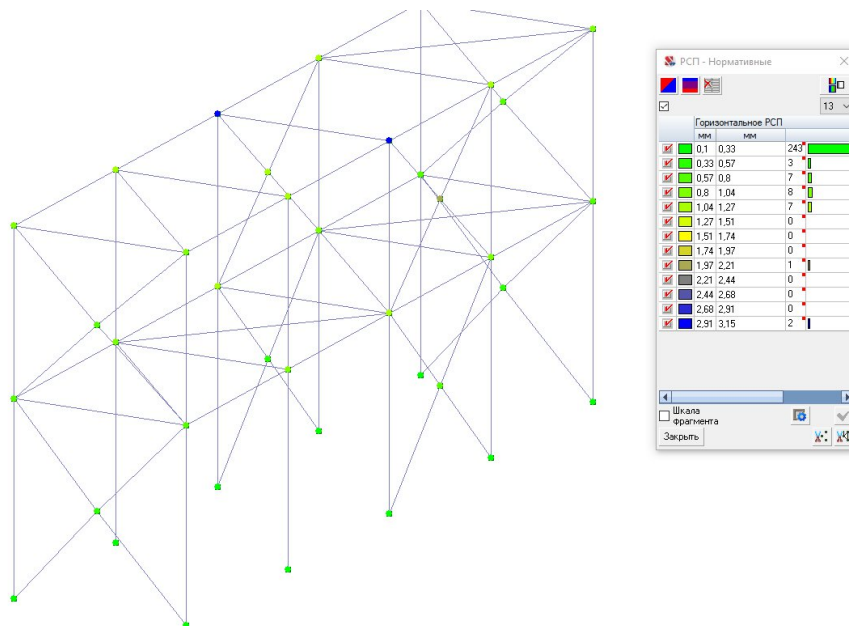


Схема горизонтальных перемещений

Прогиб балки:

Допустимое значение прогиба согласно СП 20.13330.2016 составляет  $2700/150=18\text{мм}$ .

Максимальный прогиб балки не превышает 3,2 мм, что не превышает допустимого значения.

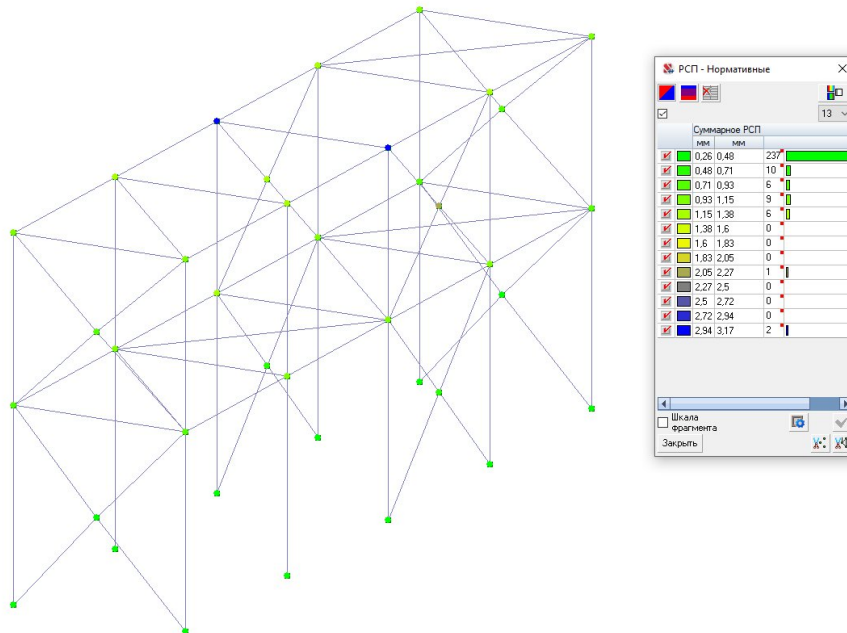
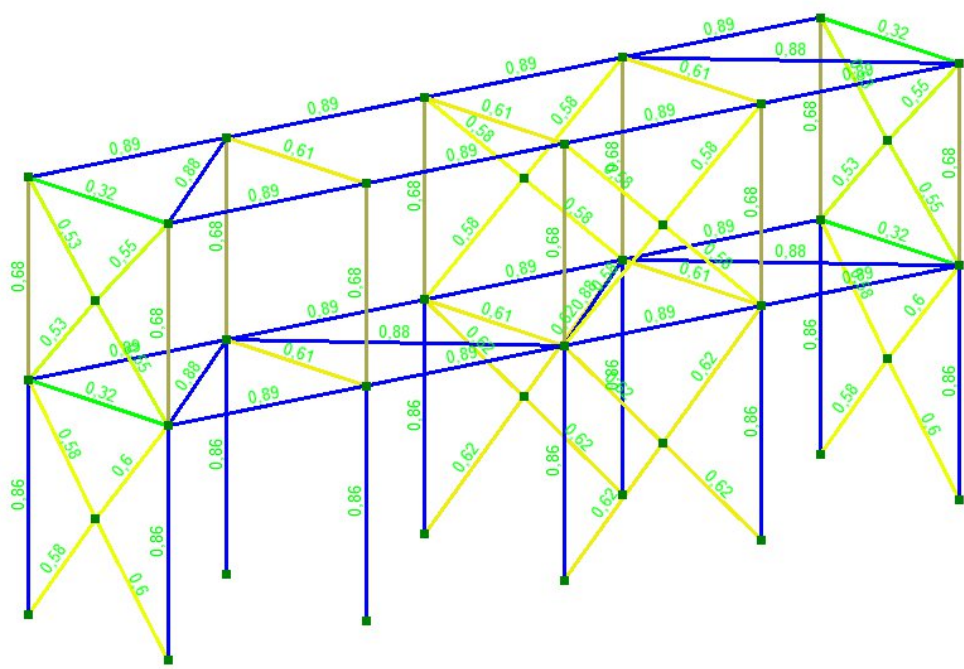


Схема вертикальных перемещений

### Результаты проверки элементов стальных конструкций

Расчет и проверка элементов стальных конструкций выполнен согласно требованиям СП16.13330.2017. Согласно результатам проверок сечений стальных конструкций по требованиям по СП16.13330.2017 коэффициент использования по проверяемым факторам не превосходит 0,95. Ниже представлены результаты по проверке элементов стальных конструкций.



На схеме представлены коэффициенты использования элементов.

Расчет выполнен по СП 16.13330.2017 с изменениями №1,2

Конструктивная группа колонна низ. Элемент № 1

Тип элемента: Стойка

Сталь: С255

Длина элемента 2,9 м

Предельная гибкость для сжатых элементов: 180 - 60а

Предельная гибкость для растянутых элементов: 400

Коэффициент условий работы 1

Количество закреплений сжатого пояса в пролете	Вид нагрузки в пролете	Эпюра М	Пояс, к которому приложена нагрузка
Без закреплений	Равномерно распределенная		Сжатый

Коэффициент надежности по ответственности 1

Дополнительные коэффициенты условий работы	
Расчет на прочность при сейсмике	0
Расчет на устойчивость при сейсмике	0
При особых (не сейсмических) воздействиях	1
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

Неупругая работа сечения не допускается

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OZ_1$  1,1

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OY_1$  1,1

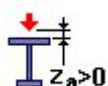
Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба:

коэффициент к геометрической длине = 1

Тип эпюры моментов



Положение нагрузки



Расстояние между раскреплениями из плоскости изгиба:

коэффициент к геометрической длине = 1

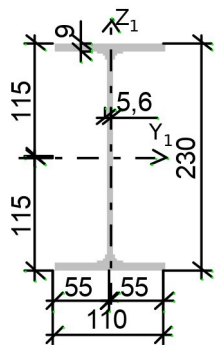
Коэффициенты расчетной длины, зависящие от условий закреплений опорных сечений:

поворот из плоскости изгиба = 1

депланация = 1

Соотношение конечных моментов  $\gamma = 0$

**Сечение**



Профиль: Двутавр нормальный (Б) по ГОСТ 26020-83 23Б1

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента $M_y$	0,01	L1+L2+L3+0.9*L4+L6
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента $M_z$	0,03	L1+L2+L3+0.9*L4-L5
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы $Q_y$	$2,73 \cdot 10^{-003}$	L1+L2+L3+0.9*L4-L5
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы $Q_z$	$4,92 \cdot 10^{-003}$	L1+L2+L3+0.9*L4+L6
п. 9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	0,04	L1+L2+L3+0.9*L4-L5
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOY (XOU)	0,07	L1+L2+L3+0.9*L4-L6
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOZ (XOV)	0,03	L1+L2+L3+0.9*L4-L6
пп. 9.2.2, 9.2.10	Устойчивость в плоскости действия момента $M_y$ при внецентренном сжатии	0,03	L1+L2+L3+0.9*L4-L6
пп. 9.2.9, 9.2.10, 9.3.1, 9.3.2	Устойчивость при сжатии с изгибом в двух плоскостях	0,06	L1+L2+L3+0.9*L4-L6
пп. 9.2.4, 9.2.5, 9.2.8, 9.2.10	Устойчивость из плоскости действия момента $M_y$ при внецентренном сжатии	0,07	L1+L2+L3+0.9*L4-L6
п. 7.1.1	Прочность при центральном сжатии/растяжении	0,02	L1+L2+L3+0.9*L4-L6
п. 8.4.1	Устойчивость плоской формы изгиба	0,01	L1+L2+L3+0.9*L4+L6
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOY	0,86	L1+L2+L3+0.9*L4-L6
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0,22	L1+L2+L3+0.9*L4-L6
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	0,41	L1+L2+L3+0.9*L4-L6
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	0,16	L1+L2+L3+0.9*L4-L6

**Коэффициент использования 0,86 - Предельная гибкость в плоскости XOY**

## Конструктивная группа колонна верх. Элемент № 38

Тип элемента: Стойка

Сталь: С255

Длина элемента 2,5 м

Предельная гибкость для сжатых элементов: 180 - 60a

Предельная гибкость для растянутых элементов: 400

Коэффициент условий работы 1

Количество закреплений сжатого пояса в пролете	Вид нагрузки в пролете	Эпюра М	Пояс, к которому приложена нагрузка
Без закреплений	Равномерно распределенная		Сжатый

Коэффициент надежности по ответственности 1

Дополнительные коэффициенты условий работы	
Расчет на прочность при сейсмике	0
Расчет на устойчивость при сейсмике	0
При особых (не сейсмических) воздействиях	1
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

Неупругая работа сечения не допускается

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OZ_1$  1,1

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OY_1$  1

Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба:

коэффициент к геометрической длине = 1

Тип эпюры моментов



Положение нагрузки



Расстояние между раскреплениями из плоскости изгиба:

коэффициент к геометрической длине = 1

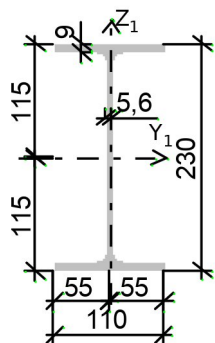
Коэффициенты расчетной длины, зависящие от условий закрепления опорных сечений:

поворот из плоскости изгиба = 1

депланация = 1

Соотношение конечных моментов  $\gamma = 0$

**Сечение**



Профиль: Двутавр нормальный (Б) по ГОСТ 26020-83 23Б1

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента $M_y$	0,01	L1+L2+L3+0.9*L4+L6
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента $M_z$	0,03	L1+L2+L3+0.9*L4-L5
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы $Q_y$	$2,5 \cdot 10^{-003}$	L1+L2+L3+0.9*L4-L5
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы $Q_z$	$4,46 \cdot 10^{-003}$	L1+L2+L3+0.9*L4+L6
п. 9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	0,04	L1+L2+L3+0.9*L4-L5
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOY (XOU)	0,02	L1+L2+L3+L4-0.9*L6
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOZ (XOV)	0,01	L1+L2+L3+L4-0.9*L6
пп. 9.2.2, 9.2.10	Устойчивость в плоскости действия момента $M_y$ при внецентренном сжатии	0,01	L1+L2+L3+0.9*L4-L6
пп. 9.2.8, 9.2.10, 9.3.1, 9.3.2	Устойчивость в плоскости действия момента $M_z$ при внецентренном сжатии	$1,83 \cdot 10^{-003}$	L1+L2+L3-L5
пп. 9.2.9, 9.2.10, 9.3.1, 9.3.2	Устойчивость при сжатии с изгибом в двух плоскостях	0,04	L1+L2+L3+0.9*L4-L5
пп. 9.2.4, 9.2.5, 9.2.8, 9.2.10	Устойчивость из плоскости действия момента $M_y$ при внецентренном сжатии	0,02	L1+L2+L3+0.9*L4-L6
пп. 9.2.4, 9.2.5, 9.2.8, 9.2.10, 9.3.1, 9.3.2	Устойчивость из плоскости действия момента $M_z$ при внецентренном сжатии	$1,04 \cdot 10^{-003}$	L1+L2+L3-L5
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOY	0,68	L1+L2+L3-L5
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0,19	L1+L2+L3-L5
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	0,41	L1+L2+L3
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	0,31	L1+L2+L3+L6

**Коэффициент использования 0,68 - Предельная гибкость в плоскости XOY**


## Конструктивная группа Балки

### Конструктивная группа Балки. Элемент № 11

Тип элемента: Балка

Сталь: С255

Длина элемента 2,7 м

Количество закреплений сжатого пояса в пролете	Вид нагрузки в пролете	Эпюра М	Пояс, к которому приложена нагрузка
Без закреплений	Равномерно распределенная		Сжатый

Коэффициент надежности по ответственности 1

Дополнительные коэффициенты условий работы	
Расчет на прочность при сейсмике	0
Расчет на устойчивость при сейсмике	0
При особых (не сейсмических) воздействиях	1
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

Неупругая работа сечения не допускается

Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба:  
коэффициент к геометрической длине = 1

Тип эпюры моментов



Положение нагрузки



Расстояние между раскреплениями из плоскости изгиба:

коэффициент к геометрической длине = 1

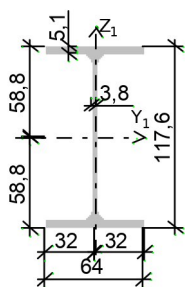
Коэффициенты расчетной длины, зависящие от условий закрепления опорных сечений:

поворот из плоскости изгиба = 1

депланация = 1

Соотношение конечных моментов  $\eta = 0$

**Сечение**



Профиль: Двутавр нормальный (Б) по ГОСТ 26020-83 12Б1

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы	0,12	L1+L2+L3+L4-0.9*L6
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента	0,44	L1+L2+L3+L4-0.9*L6
п. 8.4.1	Устойчивость плоской формы изгиба при действии момента	0,61	L1+L2+L3+L4-0.9*L6
п. 8.2.1	Прочность по приведенным напряжениям при одновременном действии изгибающего момента и поперечной силы	0,3	L1+L2+L3+L4-0.9*L6
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	0,24	L1+L2+L3+L4-0.9*L6
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	0,21	L1+L2+L3+L4-0.9*L6

**Коэффициент использования 0,61 - Устойчивость плоской формы изгиба при действии момента**

## Конструктивная группа Распорки Р1

### Конструктивная группа Распорки Р1. Элемент № 15

Тип элемента: Элемент общего вида

Сталь: С255

Длина элемента 2,5 м

Предельная гибкость для сжатых элементов: 180 - 60a

Предельная гибкость для растянутых элементов: 400

Коэффициент условий работы 1

Количество закреплений сжатого пояса в пролете	Вид нагрузки в пролете	Эпюра М	Пояс, к которому приложена нагрузка
Без закреплений	Равномерно распределенная		Сжатый

Коэффициент надежности по ответственности 1

Дополнительные коэффициенты условий работы	
Расчет на прочность при сейсмике	0
Расчет на устойчивость при сейсмике	0
При особых (не сейсмических) воздействиях	1
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

Неупругая работа сечения не допускается

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OZ_1$  1

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OY_1$  1

Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба:

коэффициент к геометрической длине = 0,3

Тип эпюры моментов



Положение нагрузки



Расстояние между раскреплениями из плоскости изгиба:

коэффициент к геометрической длине = 0,3

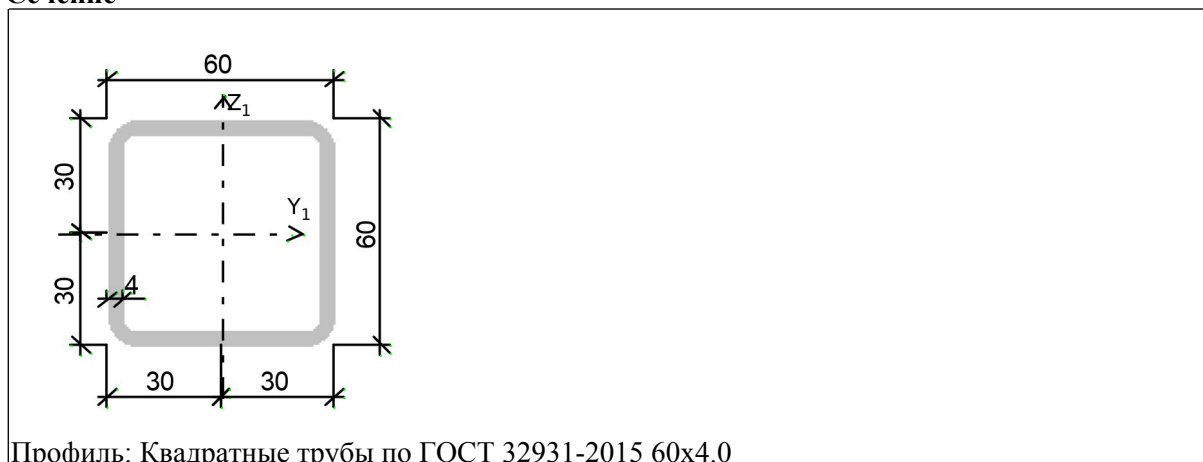
Коэффициенты расчетной длины, зависящие от условий закреплений опорных сечений:

поворот из плоскости изгиба = 1

депланация = 1

Соотношение концевых моментов  $y = 0$

## Сечение



Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента $M_y$	0,02	L1+L2+L3-L6
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы $Q_z$	$1,69 \cdot 10^{-003}$	L1+L2+L3-L6
п. 9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	0,03	L1+L2+L3+0.9*L4+L6
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOY (XOU)	0,02	L1+L2+L3+0.9*L4+L6
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOZ (XOV)	0,02	L1+L2+L3+0.9*L4+L6
пп. 9.2.2, 9.2.10	Устойчивость в плоскости действия момента $M_y$ при внецентренном сжатии	0,04	L1+L2+L3+0.9*L4+L6
пп. 9.2.4, 9.2.5, 9.2.8, 9.2.10	Устойчивость из плоскости действия момента $M_y$ при внецентренном сжатии	0,03	L1+L2+L3+0.9*L4+L6
п. 7.1.1	Прочность при центральном сжатии/растяжении	0,01	L1+L2+L3+0.9*L4+L6
п. 8.4.1	Устойчивость плоской формы изгиба	0,02	L1+L2+L3+L5
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOY	0,75	L1+L2+L3+0.9*L4+L6
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0,75	L1+L2+L3+0.9*L4+L6
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	0,14	L1+L2+L3+0.9*L4+L6
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	0,14	L1+L2+L3+0.9*L4+L6

**Коэффициент использования 0,75 - Предельная гибкость в плоскости XOY**

## Конструктивная группа Связи В1

### Конструктивная группа Связи В1. Элемент № 57

Тип элемента: Элемент общего вида

Сталь: С255

Длина элемента 2,09 м

Предельная гибкость для сжатых элементов: 180 - 60a

Предельная гибкость для растянутых элементов: 400

Коэффициент условий работы 1

Количество закреплений сжатого пояса в пролете	Вид нагрузки в пролете	Эпюра М	Пояс, к которому приложена нагрузка
Без закреплений	Равномерно распределенная		Сжатый

Коэффициент надежности по ответственности 1

Дополнительные коэффициенты условий работы	
Расчет на прочность при сейсмике	0
Расчет на устойчивость при сейсмике	0
При особых (не сейсмических) воздействиях	1
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

Неупругая работа сечения не допускается

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OZ_1$  1

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OY_1$  1

Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба:

коэффициент к геометрической длине = 1

Тип эпюры моментов



Положение нагрузки



Расстояние между раскреплениями из плоскости изгиба:

коэффициент к геометрической длине = 1

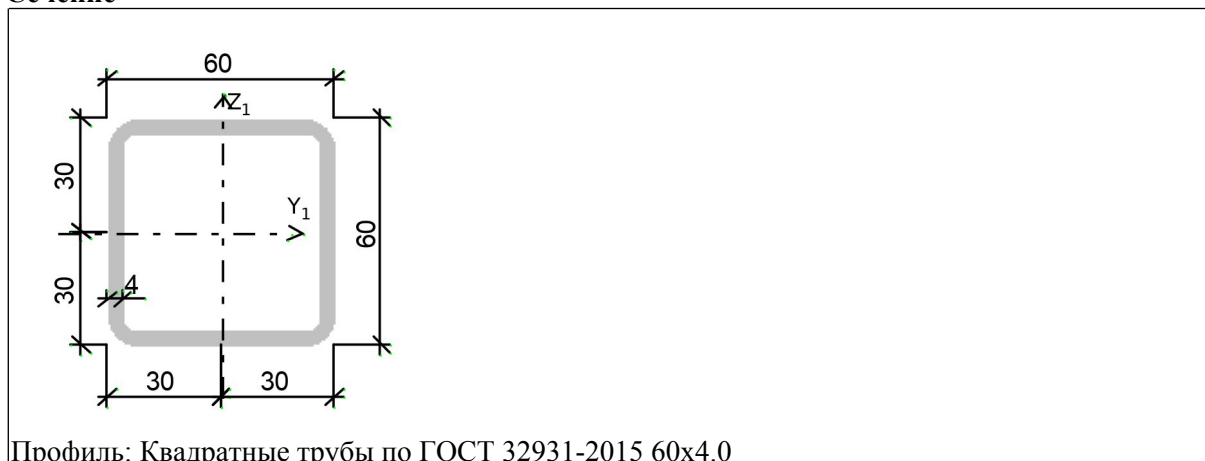
Коэффициенты расчетной длины, зависящие от условий закреплений опорных сечений:

поворот из плоскости изгиба = 1

депланация = 1

Соотношение конечных моментов  $\eta = 0$

**Сечение**



Профиль: Квадратные трубы по ГОСТ 32931-2015 60x4.0

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	0,02	L1+L2+L3+0.9*L4 -L5
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOY (XOU)	0,03	L1+L2+L3+0.9*L4 -L5
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOZ (XOV)	0,03	L1+L2+L3+0.9*L4 -L5
п. 7.1.1	Прочность при центральном сжатии/растяжении	0,02	L1+L2+L3+0.9*L4 -L5
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOY	0,62	L1+L2+L3+0.9*L4 -L5
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0,62	L1+L2+L3+0.9*L4 -L5
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	0,19	L1+L2+L3+0.9*L4 -L5
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	0,19	L1+L2+L3+0.9*L4 -L5

**Коэффициент использования 0,62 - Предельная гибкость в плоскости XOY**

## Конструктивная группа Распорки Р1. Элемент № 6

Тип элемента: Элемент общего вида

Сталь: С255

Длина элемента 3 м

Предельная гибкость для сжатых элементов: 180 - 60a

Предельная гибкость для растянутых элементов: 400

Коэффициент условий работы 1

Количество закреплений сжатого пояса в пролете	Вид нагрузки в пролете	Эпюра М	Пояс, к которому приложена нагрузка
Без закреплений	Равномерно распределенная		Сжатый

Коэффициент надежности по ответственности 1

Дополнительные коэффициенты условий работы	
Расчет на прочность при сейсмике	0
Расчет на устойчивость при сейсмике	0
При особых (не сейсмических) воздействиях	1
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

Неупругая работа сечения не допускается

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OZ_1$  1

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OY_1$  1

Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба:

коэффициент к геометрической длине = 0,3

Тип эпюры моментов



Положение нагрузки



Расстояние между раскреплениями из плоскости изгиба:

коэффициент к геометрической длине = 0,3

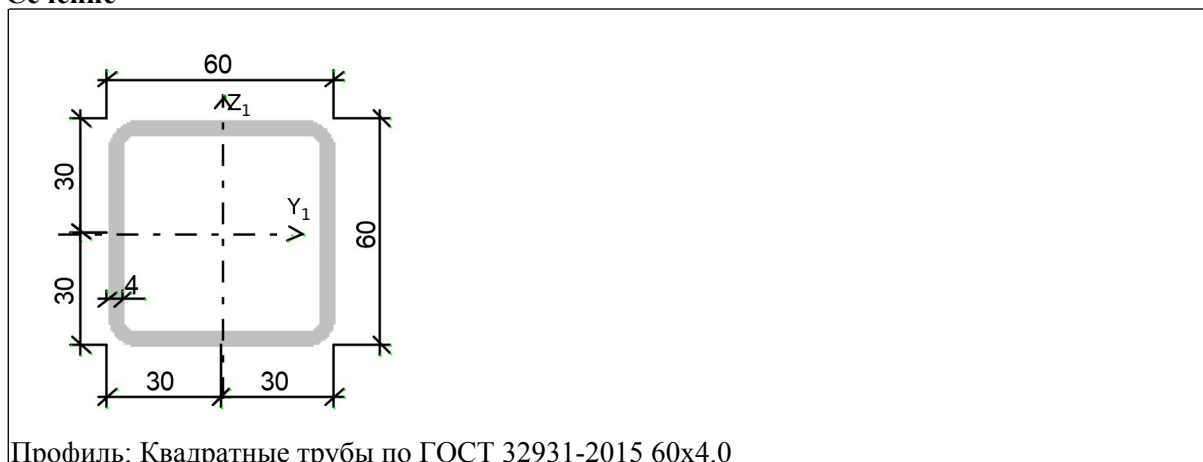
Коэффициенты расчетной длины, зависящие от условий закреплений опорных сечений:

поворот из плоскости изгиба = 1

депланация = 1

Соотношение концевых моментов  $\eta = 0$

## Сечение



Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента $M_y$	0,02	L1+L2+L3+L5
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы $Q_z$	$2,02 \cdot 10^{-003}$	L1+L2+L3+L5
п. 9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	0,03	L1+L2+L3+0.9*L4-L5
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOY (XOU)	0,01	L1+L2+L3+0.9*L4-L5
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOZ (XOV)	0,01	L1+L2+L3+0.9*L4-L5
пп. 9.2.2, 9.2.10	Устойчивость в плоскости действия момента $M_y$ при внецентренном сжатии	0,04	L1+L2+L3+0.9*L4-L5
пп. 9.2.4, 9.2.5, 9.2.8, 9.2.10	Устойчивость из плоскости действия момента $M_y$ при внецентренном сжатии	0,03	L1+L2+L3+0.9*L4-L5
п. 7.1.1	Прочность при центральном сжатии/растяжении	0,01	L1+L2+L3+0.9*L4-L5
п. 8.4.1	Устойчивость плоской формы изгиба	0,02	L1+L2+L3+0.9*L4-L6
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOY	0,89	L1+L2+L3+0.9*L4-L5
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0,89	L1+L2+L3+0.9*L4-L5
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	0,19	L1+L2+L3+0.9*L4-L5
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	0,19	L1+L2+L3+0.9*L4-L5

**Коэффициент использования 0,89 - Предельная гибкость в плоскости XOY**

## Горизонтальные вязи

**Тип элемента:** Элемент общего вида

**Сталь:** С255

Длина элемента 4,04 м

Предельная гибкость для сжатых элементов: 180 - 60a

Предельная гибкость для растянутых элементов: 400

Коэффициент условий работы 1

Количество закреплений сжатого пояса в пролете	Вид нагрузки в пролете	Эпюра М	Пояс, к которому приложена нагрузка
Без закреплений	Равномерно распределенная		Сжатый

Коэффициент надежности по ответственности 1

Дополнительные коэффициенты условий работы	
Расчет на прочность при сейсмике	0
Расчет на устойчивость при сейсмике	0
При особых (не сейсмических) воздействиях	1
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

Неупругая работа сечения не допускается

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OZ_1$  1

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OY_1$  1

Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба:  
коэффициент к геометрической длине = 1

Тип эпюры моментов



Положение нагрузки



Расстояние между раскреплениями из плоскости изгиба:

коэффициент к геометрической длине = 1

Коэффициенты расчетной длины, зависящие от условий закреплений опорных сечений:

поворот из плоскости изгиба = 1

депланация = 1

Соотношение концевых моментов  $\eta = 0$

**Сечение**

Профиль: Квадратные трубы по ГОСТ 32931-2015 80x5.0

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента $M_y$	0,03	L1+L2+L3+0.9*L4-L6
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы $Q_z$	$2,69 \cdot 10^{-003}$	L1+L2+L3+0.9*L4-L6
п. 9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	0,05	L1+L2+L3+0.9*L4-L6
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOY (XOU)	0,05	L1+L2+L3+L6
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOZ (XOV)	0,05	L1+L2+L3+L6
пп. 9.2.2, 9.2.10	Устойчивость в плоскости действия момента $M_y$ при внецентренном сжатии	0,09	L1+L2+L3+L6
пп. 9.2.4, 9.2.5, 9.2.8, 9.2.10	Устойчивость из плоскости действия момента $M_y$ при внецентренном сжатии	0,08	L1+L2+L3+L6
п. 7.1.1	Прочность при центральном сжатии/растяжении	0,02	L1+L2+L3+0.9*L4-L6
п. 8.4.1	Устойчивость плоской формы изгиба	0,03	L1+L2+L3
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOY	0,88	L1+L2+L3+L6
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0,88	L1+L2+L3+L6
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	0,27	L1+L2+L3+L6
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	0,27	L1+L2+L3+L6

**Коэффициент использования 0,88 - Предельная гибкость в плоскости XOY**

**Сопряжение ригеля с колонной**

**Расчет выполнен по СП 16.13330.2011**

Коэффициент надежности по ответственности  $g_n = 1$

Коэффициент условий работы колонны 1

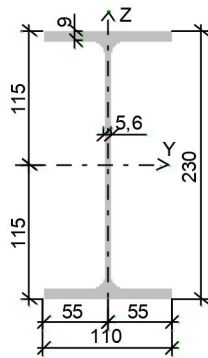
Коэффициент условий работы ригелей 1

**Колонна**

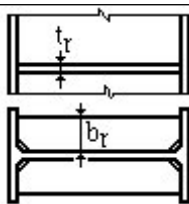
Сталь колонны C255

**Профиль**

23Б1 (Двутавр нормальный (Б) по ГОСТ 26020-83 )



**Схема ребер**



$b_r = 52 \text{ мм}$   
 $t_r = 8 \text{ мм}$

Положение ригеля - верхнее

**Ригель 1 (жесткое сопряжение)**

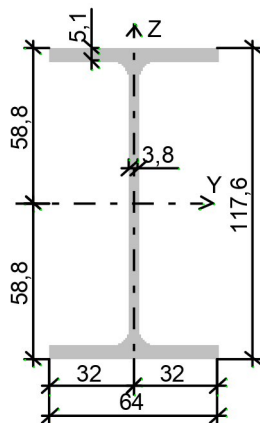
Сталь ригеля С255

Сталь фланца С255

Сталь столика С245

**Профиль**

12Б1 (Двутавр нормальный (Б) по ГОСТ 26020-83 )



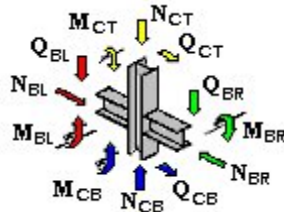
**Конструкция**

**Ригель 1**

	<p>Болты высокопрочные М16 из стали 40Х "селект", чернота 2.0          Способ обработки (очистки) соединяемых поверхностей - Дробеметный или дробеструйный двух поверхностей без консервации</p>
	<p><math>t_p = 12 \text{ мм}</math>  <math>b_p = 110 \text{ мм}</math>  <math>d_p = 22,4 \text{ мм}</math>  <math>h_s = 100 \text{ мм}</math>  <math>b_s = 150 \text{ мм}</math>  <math>t_s = 22 \text{ мм}</math>  <math>S = 60 \text{ мм}</math>  <math>C_1 = 30 \text{ мм}</math>  <math>C_2 = 35 \text{ мм}</math>  <math>k_1 = 4 \text{ мм}</math>  <math>k_2 = 4 \text{ мм}</math>  <math>k_3 = 5 \text{ мм}</math></p>

<b>Свойства материалов сварки</b>	
Нормативное сопротивление металла шва по временному сопротивлению, $R_{wun}$	49949,032 Т/м <sup>2</sup>
Расчетное сопротивление угловых швов срезу по металлу шва, $R_{wf}$	21916,412 Т/м <sup>2</sup>
Вид сварки	Ручная
Положение шва	Нижнее

### Знаки усилий



### Результаты расчета по комбинациям нагрузок

	Ригель 1			Верх колонны			Низ колонны		
	$N_{BL}$	$M_{BL}$	$Q_{BL}$	$N_{CT}$	$M_{CT}$	$Q_{CT}$	$N_{CB}$	$M_{CB}$	$Q_{CB}$
	T	T*М	T	T	T*М	T	T	T*М	T
1	-0,4	0	0,7	1	0,1	0,2	2	0,3	0,3

Проверено по СНиП	Проверка	Коэффициент использования
п.8.5.17, п.7.1.1, (5)	Прочность фланца из условия смятия торцевой поверхности (ригель 1)	0,012
п.7.1.3, (7), п.8.5.17	Прочность фланца из условия общей устойчивости (ригель 1)	0,019
п. 7.3.8, (37)	Прочность фланца из	0,35

Проверено по СНиП	Проверка	Коэффициент использования
	условия местной устойчивости свеса полки (ригель 1)	
п. 8.2.1, (41)	Прочность фланца при изгибе с учетом ослабления отверстиями (ригель 1)	0,009
п.14.1.16, (176), (177), п.14.1.17, (178), (179), п.14.1.19, (182), (183)	Прочность сварного соединения ригеля с фланцем (ригель 1)	0,036
п.14.3.3, (191), п.14.3.4, (192)	Прочность болтового соединения фланца с полкой колонны (ригель 1)	0,001
п.14.1.16, (176), (177)	Прочность крепления опорного столика к полке колонны (ригель 1)	0,037
п.9.1.1, (106)	Прочность стенки колонны по нормальным напряжениям	0,068
п.8.2.1, (42)	Прочность стенки колонны по касательным напряжениям	0,024
п.8.2.1, (46), (47)	Прочность стенки колонны по местным напряжениям	0,021
п.8.2.1, (44)	Прочность стенки колонны по приведенным напряжениям	0,077
п.9.4.2, (125), (126), п.9.4.3, (131)	Местная устойчивость стенки колонны	0,003
п. 8.2.1, (41)	Прочность полки колонны при изгибе с учетом ослабления отверстиями (ригель 1)	0,016
п. 8.2.1	Несущая способность сечения балки (ригель 1)	0,123
п. 9.1.1	Несущая способность сечения колонны	0,072

**Коэффициент использования 0,35 - Прочность фланца из условия местной устойчивости свеса полки (ригель 1)**

## Жесткие базы колонн

Расчет выполнен по СП 16.13330.2011

Коэффициент надежности по ответственности  $g_n = 1$

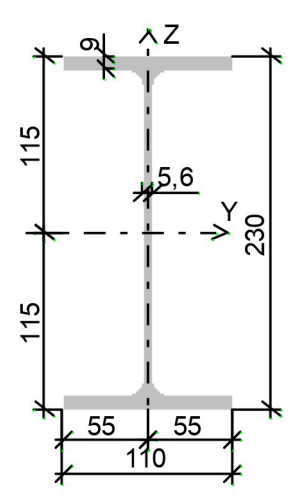
Коэффициент условий работы 0,95

Сталь колонны С255

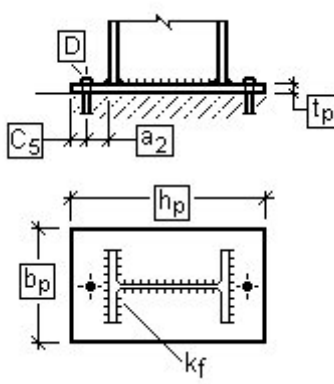
Сталь плиты С255

Бетон тяжелый класса В25

### Профиль

<p>23Б1 (Двутавр нормальный (Б) по ГОСТ 26020-83 )</p>	
--	---

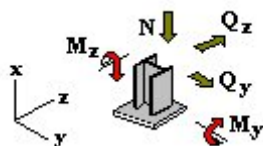
### Конструкция

	<p>Болты анкерные диаметра 20 из стали 09Г2С-4 - 2 шт</p> <p><math>h_p = 425</math> мм  <math>b_p = 130</math> мм  <math>t_p = 12</math> мм  <math>C_5 = 50</math> мм  <math>a_2 = 47,5</math> мм  <math>k_f = 4</math> мм</p>
---	--

### Свойства материалов сварки

Нормативное сопротивление металла шва по временному сопротивлению, $R_{wun}$	49949,032 Т/м <sup>2</sup>
Расчетное сопротивление угловых швов срезу по металлу шва, $R_{wf}$	21916,412 Т/м <sup>2</sup>
Вид сварки	Ручная
Положение шва	Нижнее

### Знаки усилий



**Результаты расчета по комбинациям загрузений**

	N	$M_y$	$Q_z$	$M_z$	$Q_y$
	T	$T^*_M$	T	$T^*_M$	T
1	2,1	0	0	0,3	0

<b>Проверено по СНиП</b>	<b>Проверка</b>	<b>Коэффициент использования</b>
п.8.6.2, (101)	Прочность опорной плиты по нормальным напряжениям на свободных трапецевидных участках плиты	0,913
	Прочность бетона фундамента на местное смятие под плитой	0,065
п.14.1.16, (176), (177)	Прочность крепления колонны к опорной плите	0,68
п.14.2.9, (186)-(188), п.14.2.10, (189)	Прочность фундаментных болтов	0,016
п. 9.1.1	Несущая способность поперечного сечения колонны	0,077

**Коэффициент использования 0,913 - Прочность опорной плиты по нормальным напряжениям на свободных трапецевидных участках плиты**

## Расчет металлических конструкций Операторской

### 1.1. Описание расчетной модели

Расчетная схема определена как система с признаком 5. Это означает, что рассматривается система общего вида, деформации которой и ее основные неизвестные представлены линейными перемещениями узловых точек вдоль осей X, Y, Z и поворотами вокруг этих осей.

Выбранный режим статического расчета.

Статический расчет системы выполнен в линейной постановке.

Общий вид расчётной модели здания см. рис. 1.

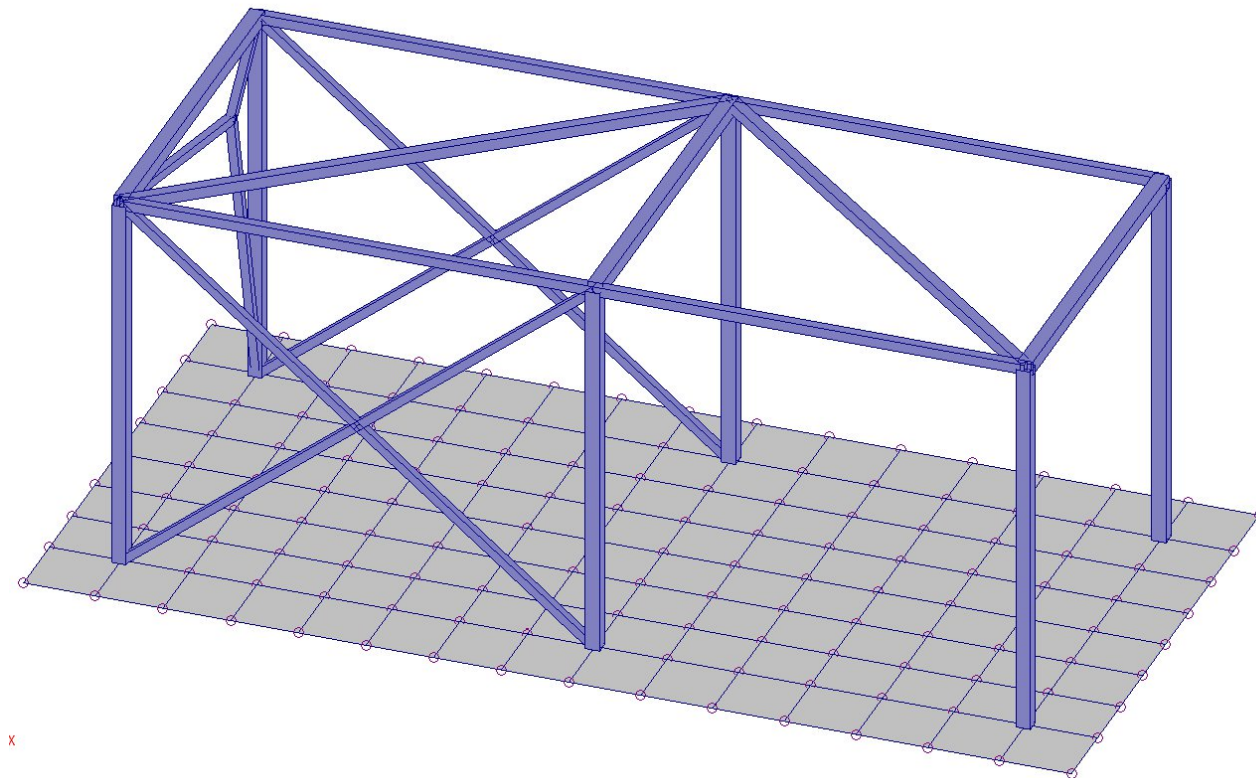


Рис.1. Общий вид расчётной модели

## 1.2. Граничные условия

Граничные условия заданы следующим образом. Колонны здания закреплены жестко по всем степеням свободы в обеих плоскостях.

## 1.3. Жесткости

Единицы измерения:

- Линейные размеры: м
- Размеры сечений: мм
- Силы: Т

Толщина пластин представлена в единицах измерения линейных размеров.

Жесткости		
Тип	Жесткость	Изображение
1	<p>Жесткость стержневых элементов - профиль металлопроката Каталог: Полный каталог профилей ГОСТ.. Семейство: Квадратные трубы по ГОСТ 32931-2015 Профиль: 100x5.0</p> <p>Модуль упругости <math>E = 21000000,77 \text{ Т/м}^2</math> Коэффициент Пуассона <math>\nu = 0,3</math> Объемный вес <math>\gamma = 7,85 \text{ Т/м}^3</math> Коэффициент температурного расширения <math>\alpha = 1,2e-005</math> Продольная жесткость <math>EF = 38556 \text{ Т}</math> Изгибная жесткость (ось Y) <math>EI_y = 56,93 \text{ Т*м}^2</math> Изгибная жесткость (ось Z) <math>EI_z = 56,93 \text{ Т*м}^2</math> Сдвиговая жесткость (ось Y) <math>GF_y = 6463,92 \text{ Т}</math> Сдвиговая жесткость (ось Z) <math>GF_z = 6463,92 \text{ Т}</math> Крутильная жесткость <math>GI_{кр} = 34,62 \text{ Т*м}^2</math> Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U) <math>a_{y+} = 2,95 \text{ см}</math> Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U) <math>a_{y-} = 2,95 \text{ см}</math> Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V) <math>a_{z+} = 2,95 \text{ см}</math> Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V) <math>a_{z-} = 2,95 \text{ см}</math></p>	
2	<p>Жесткость стержневых элементов - профиль металлопроката Каталог: Полный каталог профилей ГОСТ.. Семейство: Квадратные трубы по ГОСТ 32931-2015 Профиль: 60x5.0</p> <p>Модуль упругости <math>E = 21000000,77 \text{ Т/м}^2</math> Коэффициент Пуассона <math>\nu = 0,3</math> Объемный вес <math>\gamma = 7,85 \text{ Т/м}^3</math> Коэффициент температурного расширения <math>\alpha = 1,2e-005</math> Продольная жесткость <math>EF = 21756 \text{ Т}</math> Изгибная жесткость (ось Y) <math>EI_y = 10,6 \text{ Т*м}^2</math> Изгибная жесткость (ось Z) <math>EI_z = 10,6 \text{ Т*м}^2</math> Сдвиговая жесткость (ось Y) <math>GF_y = 3585,09 \text{ Т}</math> Сдвиговая жесткость (ось Z) <math>GF_z = 3585,09 \text{ Т}</math> Крутильная жесткость <math>GI_{кр} = 6,72 \text{ Т*м}^2</math> Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U) <math>a_{y+} = 1,62 \text{ см}</math> Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U) <math>a_{y-} = 1,62 \text{ см}</math> Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V) <math>a_{z+} = 1,62 \text{ см}</math> Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V) <math>a_{z-} = 1,62 \text{ см}</math></p>	

<b>Жесткости</b>		
Тип	Жесткость	Изображение
3	<p>Жесткость стержневых элементов - профиль металлопроката Каталог: Полный каталог профилей ГОСТ.. Семейство: Квадратные трубы по ГОСТ 32931-2015 Профиль: 80x5.0</p> <p>Модуль упругости <math>E = 21000000,77 \text{ Т/м}^2</math> Коэффициент Пуассона <math>\nu = 0,3</math> Объемный вес <math>\gamma = 7,85 \text{ Т/м}^3</math> Коэффициент температурного расширения <math>\alpha = 1,2e-005</math> Продольная жесткость <math>EF = 30156 \text{ Т}</math> Изгибная жесткость (ось Y) <math>EI_y = 27,6 \text{ Т*м}^2</math> Изгибная жесткость (ось Z) <math>EI_z = 27,6 \text{ Т*м}^2</math> Сдвиговая жесткость (ось Y) <math>GF_y = 5025,47 \text{ Т}</math> Сдвиговая жесткость (ось Z) <math>GF_z = 5025,47 \text{ Т}</math> Крутильная жесткость <math>GI_{кр} = 17,04 \text{ Т*м}^2</math> Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U) <math>a_{u+} = 2,29 \text{ см}</math> Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U) <math>a_{u-} = 2,29 \text{ см}</math> Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V) <math>a_{v+} = 2,29 \text{ см}</math> Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V) <math>a_{v-} = 2,29 \text{ см}</math></p>	
4	<p>Жесткость стержневых элементов - профиль металлопроката Каталог: Полный каталог профилей ГОСТ.. Семейство: Квадратные трубы по ГОСТ 32931-2015 Профиль: 70x4.0</p> <p>Модуль упругости <math>E = 21000000,77 \text{ Т/м}^2</math> Коэффициент Пуассона <math>\nu = 0,3</math> Объемный вес <math>\gamma = 7,85 \text{ Т/м}^3</math> Коэффициент температурного расширения <math>\alpha = 1,2e-005</math> Продольная жесткость <math>EF = 21315 \text{ Т}</math> Изгибная жесткость (ось Y) <math>EI_y = 15,15 \text{ Т*м}^2</math> Изгибная жесткость (ось Z) <math>EI_z = 15,15 \text{ Т*м}^2</math> Сдвиговая жесткость (ось Y) <math>GF_y = 3561,65 \text{ Т}</math> Сдвиговая жесткость (ось Z) <math>GF_z = 3561,65 \text{ Т}</math> Крутильная жесткость <math>GI_{кр} = 9,29 \text{ Т*м}^2</math> Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U) <math>a_{u+} = 2,03 \text{ см}</math> Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U) <math>a_{u-} = 2,03 \text{ см}</math> Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V) <math>a_{v+} = 2,03 \text{ см}</math> Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V) <math>a_{v-} = 2,03 \text{ см}</math></p>	
5	<p>Имя типа жесткости: h=0.3 Жесткости пластин Модуль упругости <math>E = 3060000 \text{ Т/м}^2</math> Коэффициент Пуассона <math>\nu = 0,2</math> Толщина <math>h = 0,3 \text{ м}</math> Объемный вес <math>\gamma = 2,5 \text{ Т/м}^3</math> Коэффициент температурного расширения <math>\alpha = 1,e-005</math></p>	
6	<p>Связь конечной жесткости <math>EX = 100 \text{ Т/м}</math> <math>EY = 100 \text{ Т/м}</math></p>	

**Список грунтов**

	Наименование	Модуль деформации	Коэффициент Пуассона	Толщина слоя
		Т/м <sup>2</sup>		м
1	ИГЭ-2 Песок	2830	0,3	3

Коэффициент сжатия  $C_1$  - 1269,872 Т/м<sup>3</sup>

Коэффициент сдвига  $C_2$  - 1088,462 Т/м

**1.4. Нагрузки и воздействия**

При проектировании учтены нагрузки и воздействия на здания, которые были определены согласно СП 20.13330.2016 «СНиП 2.01.07 - 85 «Нагрузки и воздействия». Значения принятых нагрузок и коэффициентов представлены в табл. 2.

Табл. 2. Здание. Нагрузки и воздействия

Тип нагрузки	$P_n$	$\gamma_f$	$P$	$K_{длит}$	$K_1$
<b>Постоянные:</b>					
• с.в. несущих конструкции	SCAD*	1,05	SCAD*	-	1
• с.в. кровли	10	1.16	12	-	1
• С.в. ограждающих конструкций	10	1,2	12	-	1
<b>Временные: - кратковременные:</b>					
• снеговая	II снеговой район	1,4	II снеговой район	0,5	0,9
• ветровая	III ветровой район	1,4	III ветровой район	0	±0,9

**примечание:** SCAD\* - нагрузка определяется программным комплексом автоматически;

**где:**  $P_n$  – нормативное значение нагрузки, кгс/м<sup>2</sup> (кроме оговоренных);

$\gamma_f$  – коэффициент надежности по нагрузке;

$P$  – расчетное значение нагрузки, кгс/м<sup>2</sup> (кроме оговоренных);

$K_{длит}$  – коэффициент перехода от полных значений кратковременной нагрузки к пониженным значениям временной нагрузки длительного действия (доля длительности);

Параметры динамических воздействий

Общие данные: СП 14.13330.2018 Строительство в сейсмических районах. Изменение №2

Вид воздействия:  Сейсмические воздействия

Имя загрузки: **сейсмика**

Преобразование статических нагрузок в массы

Номер и имя присваиваемого статического нагружения: 6 Ограждения

Коеф. пересчета: 0,9

Загрузка	Коеф. пересчета
1 СВ	0,9
2 Кровля	0,9
3 Снег	0,5
6 Ограждения	0,9

Расчетная ситуация:  Расчетное землетрясение - решение по линейно-спектральной методике

Коеффициент, учитывающий назначение сооружения и его ответственность (табл. 4.2): 1

Коеффициент, учитывающий допустимые повреждения (табл. 5.2): 0,22

Коеффициент, учитывающий рассеивание энергии колебаний (табл. 5.3): 1,3

Категория грунта: II категория

Сейсмичность: 8 баллов

Учет нелинейного деформирования грунтов:

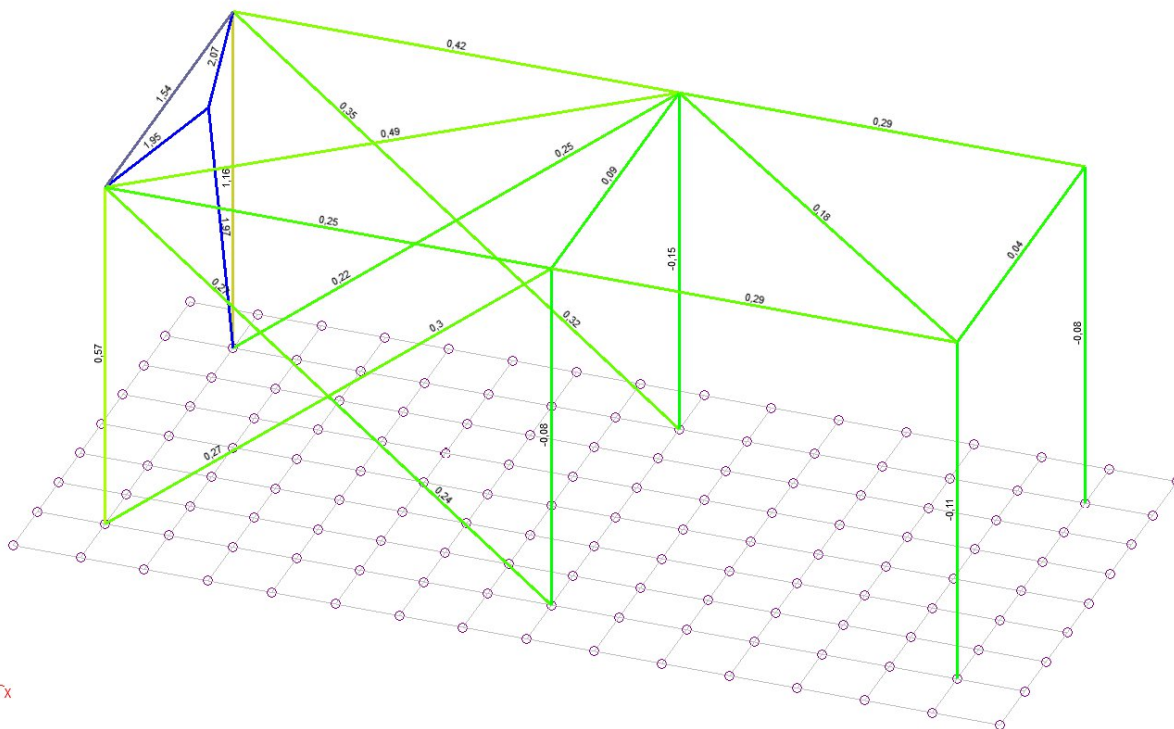
Учет близости частот (формула 5.9):

Графики коэффициента динамичности:  По нормам

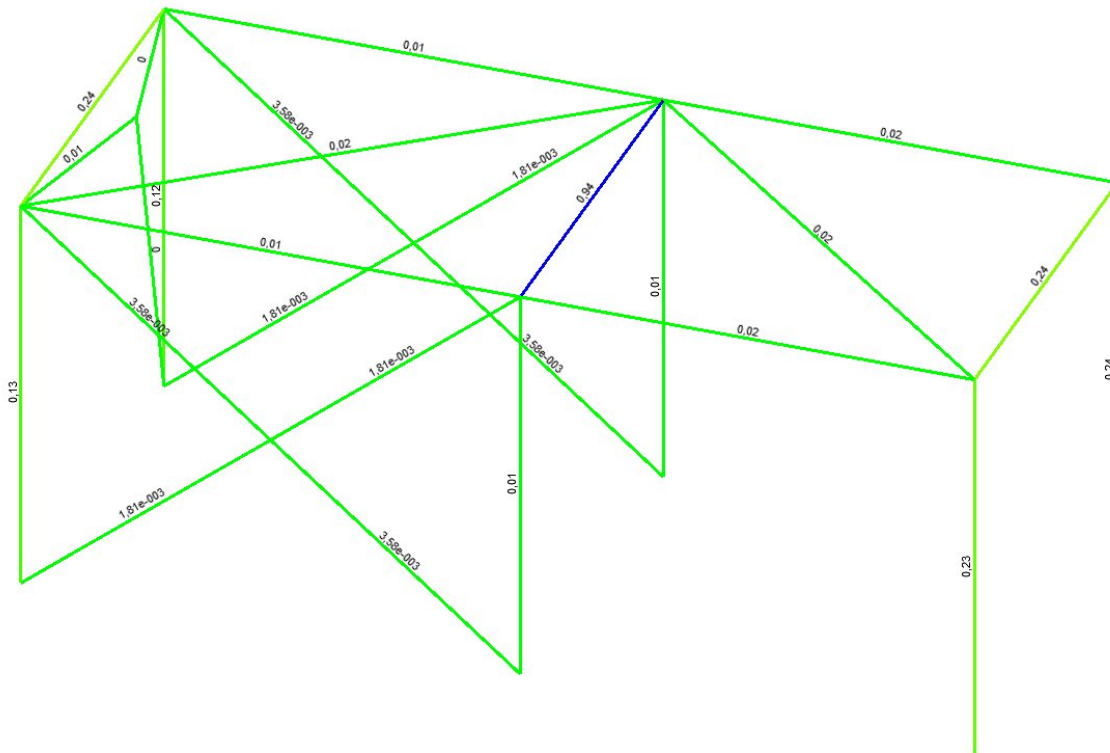
Использовать согласованную матрицу масс:

OK Отмена Справка

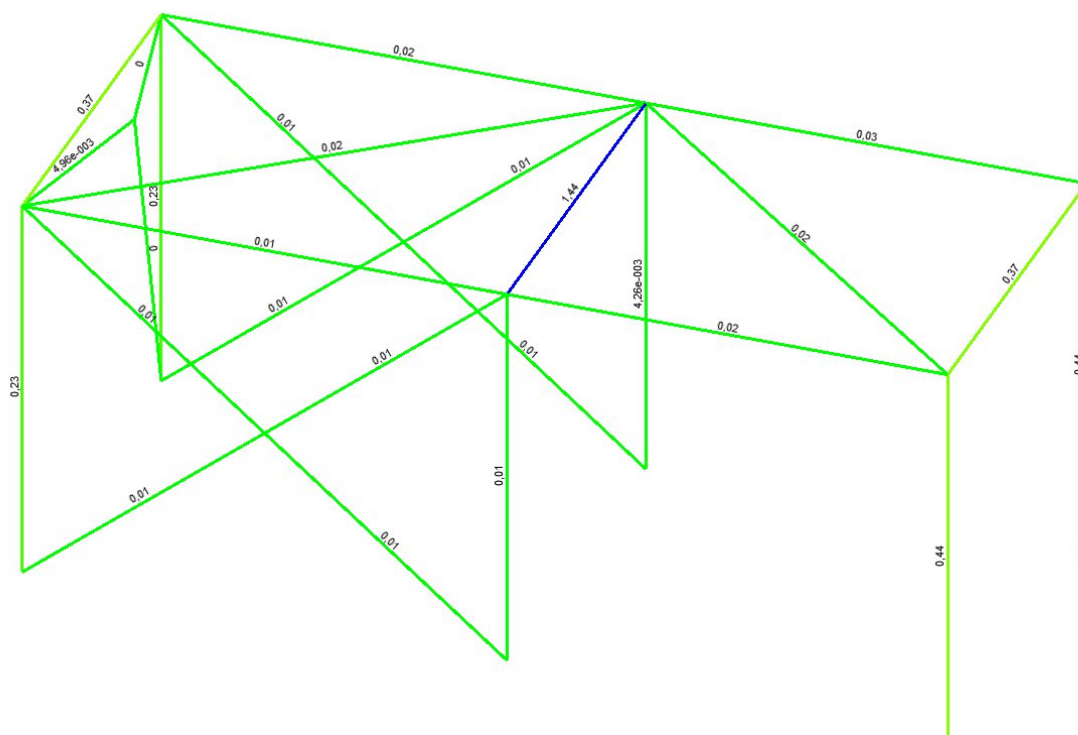
### 1.4.1. Результаты расчета. Эпюры от расчетных сочетаний усилий



Усилия N, металлического каркаса, тс



Момент  $M_u$ , металлического каркаса, тс\*м



Усилия  $Q_z$ , металлического каркаса, тс

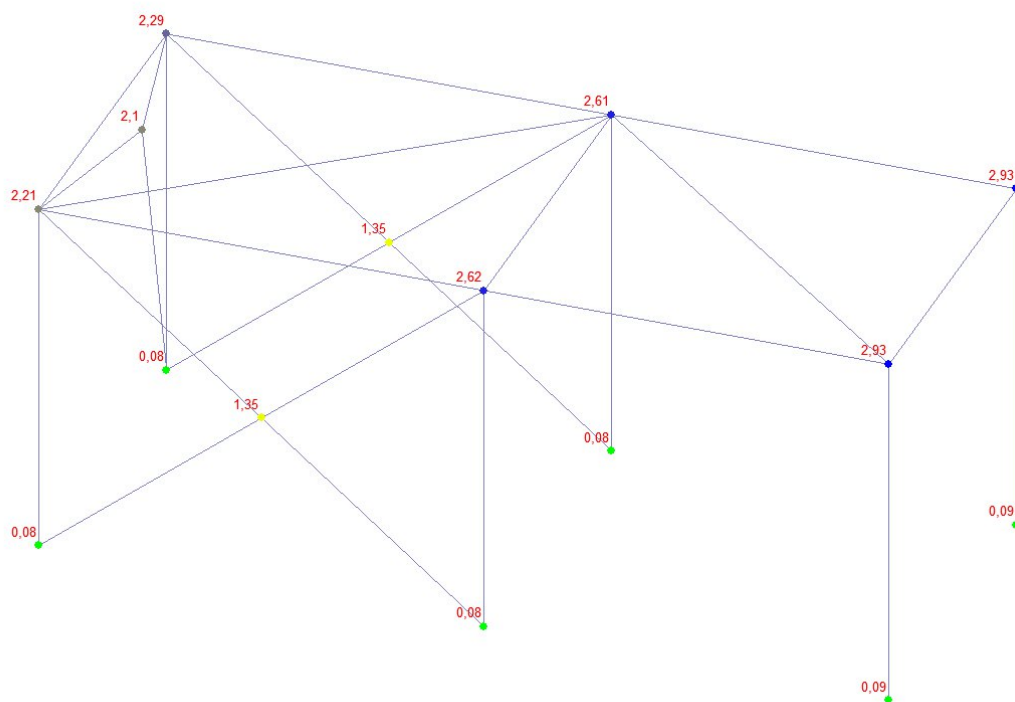


## 1.5. Основные результаты расчета

### Перемещения

Горизонтальные перемещения:

Перемещение верха колонн здания по оси Y при совместном воздействии вертикальных и горизонтальных нагрузок составляет  $f = 2,9$  мм и не превышает предельно допустимого значения ( $f < 1/150 = 2600/150 = 23.3$  мм).



Горизонтальные перемещения

Прогиб балки:

Допустимое значение прогиба согласно СП 20.13330.2016 составляет  $2000/150=17.3$  мм.

Максимальный прогиб балки равен 0,9 мм, что не превышает допустимого значения.

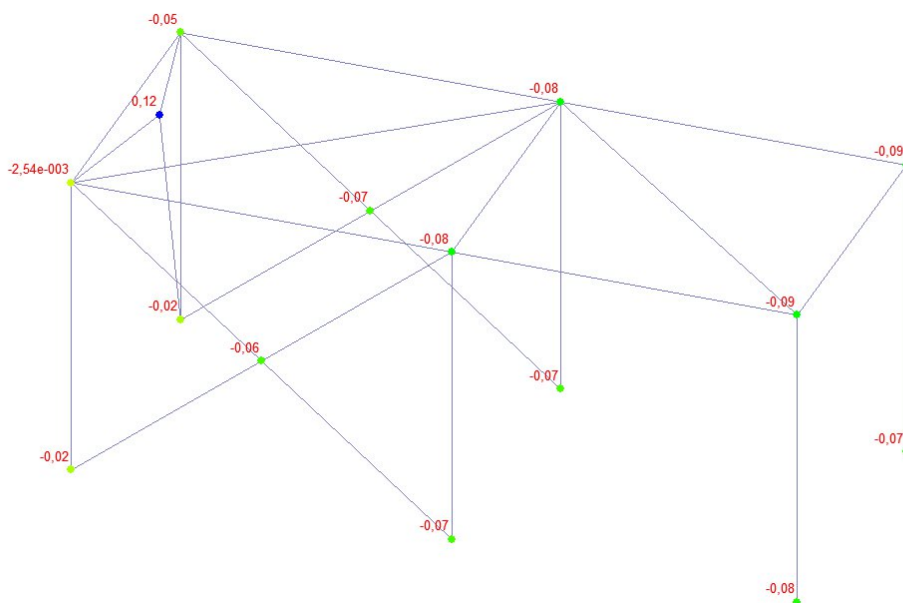


Схема вертикальных перемещений

### Результаты проверки элементов стальных конструкций

Расчет и проверка элементов стальных конструкций выполнен согласно требованиям СП16.13330.2017. Согласно результатам проверок сечений стальных конструкций по требованиям по СП16.13330.2017 коэффициент использования по проверяемым факторам не превосходит 0,95. Ниже представлены результаты по проверке элементов стальных конструкций.



**Результаты экспертизы стальных конструкций  
Расчет выполнен по СП 16.13330.2017 с изменениями №1,2**

**Конструктивная группа колонны. Элемент № 1**

**Тип элемента:** Стойка

**Сталь:** С255

Длина элемента 2,8 м

Предельная гибкость для сжатых элементов: 180 - 60a

Предельная гибкость для растянутых элементов: 400

Коэффициент условий работы 1

Количество закреплений сжатого пояса в пролете	Вид нагрузки в пролете	Эпюра М	Пояс, к которому приложена нагрузка
Без закреплений	Равномерно распределенная		Сжатый

Коэффициент надежности по ответственности 1

Дополнительные коэффициенты условий работы	
Расчет на прочность при сейсмике	0
Расчет на устойчивость при сейсмике	0
При особых (не сейсмических) воздействиях	1
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

Неупругая работа сечения не допускается

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OZ_1$  1,17

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OY_1$  1,17

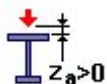
Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба:

коэффициент к геометрической длине = 1

Тип эпюры моментов



Положение нагрузки



Расстояние между раскреплениями из плоскости изгиба:

коэффициент к геометрической длине = 1

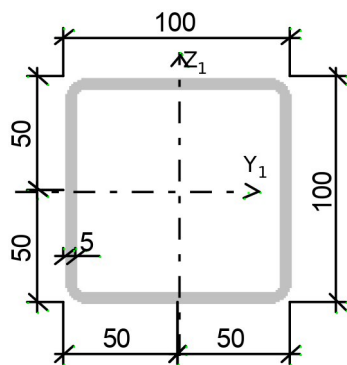
Коэффициенты расчетной длины, зависящие от условий закреплений опорных сечений:

поворот из плоскости изгиба = 1

депланация = 1

Соотношение конечных моментов  $y = 0$

**Сечение**



Профиль: Квадратные трубы по ГОСТ 32931-2015 100x5.0

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента $M_y$	0,09	L1+L2+L5+L6
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента $M_z$	0,26	L1+L2+0.9*L3+L4+L6
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы $Q_y$	0,02	L1+L2+0.9*L3+L4+L6
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы $Q_z$	0,02	L1+L2+L5+L6
п. 9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	0,27	L1+L2+0.9*L3+L4+L6
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOY (XOU)	0,02	L1+L2+L3+0.9*L5+L6
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOZ (XOV)	0,02	L1+L2+L3+0.9*L5+L6
пп. 9.2.2, 9.2.10	Устойчивость в плоскости действия момента $M_y$ при внецентренном сжатии	0,02	L1+L2+0.9*L3+L4+L6
пп. 9.2.8, 9.2.10, 9.3.1, 9.3.2	Устойчивость в плоскости действия момента $M_z$ при внецентренном сжатии	0,01	L1+L2-L5+L6
пп. 9.2.9, 9.2.10, 9.3.1, 9.3.2	Устойчивость при сжатии с изгибом в двух плоскостях	0,11	L1+L2+0.9*L3+L5+L6
пп. 9.2.4, 9.2.5, 9.2.8, 9.2.10	Устойчивость из плоскости действия момента $M_y$ при внецентренном сжатии	0,02	L1+L2+0.9*L3+L4+L6
пп. 9.2.4, 9.2.5, 9.2.8, 9.2.10, 9.3.1, 9.3.2	Устойчивость из плоскости действия момента $M_z$ при внецентренном сжатии	0,01	L1+L2-L5+L6
п. 8.4.1	Устойчивость плоской формы изгиба	0,26	L1+L2+L4+L6
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOY	0,55	L1+L2+L4+L6
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0,55	L1+L2+L4+L6
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	0,28	0.9*L1+0.9*L2+0.9*L6-L7
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	0,32	L1+L2-L4+L6

**Коэффициент использования 0,55 - Предельная гибкость в плоскости XOY**

## Конструктивная группа Балки

### Конструктивная группа Балки. Элемент № 4

Тип элемента: Балка

Сталь: С255

Длина элемента 2,6 м

Количество закреплений сжатого пояса в пролете	Вид нагрузки в пролете	Эпюра М	Пояс, к которому приложена нагрузка
Без закреплений	Равномерно распределенная		Сжатый

Коэффициент надежности по ответственности 1

Дополнительные коэффициенты условий работы	
Расчет на прочность при сейсмике	0
Расчет на устойчивость при сейсмике	0
При особых (не сейсмических) воздействиях	1
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

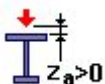
Неупругая работа сечения не допускается

Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба:  
коэффициент к геометрической длине = 1

Тип эпюры моментов



Положение нагрузки



Расстояние между раскреплениями из плоскости изгиба:  
коэффициент к геометрической длине = 1

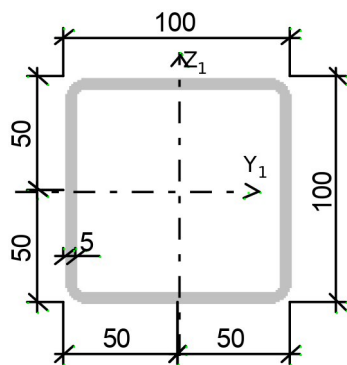
Коэффициенты расчетной длины, зависящие от условий закреплений опорных сечений:

поворот из плоскости изгиба = 1

депланация = 1

Соотношение конечных моментов  $\eta = 0$

**Сечение**



Профиль: Квадратные трубы по ГОСТ 32931-2015 100x5.0

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы	0,13	$L1+L2+L3+0.9*L5+L6$
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента	0,71	$0.9*L1+0.9*L2+0.5*L3+0.9*L6-L7$
п. 8.4.1	Устойчивость плоской формы изгиба при действии момента	0,71	$0.9*L1+0.9*L2+0.5*L3+0.9*L6-L7$
п. 8.2.1	Прочность по приведенным напряжениям при одновременном действии изгибающего момента и поперечной силы	0,49	$0.9*L1+0.9*L2+0.5*L3+0.9*L6-L7$
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	0,16	$0.9*L1+0.9*L2+0.5*L3+0.9*L6-L7$
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	0,31	$0.9*L1+0.9*L2+0.5*L3+0.9*L6-L7$

**Коэффициент использования 0,71 - Прочность при действии изгибающего момента**

## Конструктивная группа распорки

### Конструктивная группа распорки. Элемент № 5

**Тип элемента:** Элемент общего вида

**Сталь:** С255

Длина элемента 3,3 м

Предельная гибкость для сжатых элементов: 180 - 60a

Предельная гибкость для растянутых элементов: 400

Коэффициент условий работы 1

Количество закреплений сжатого пояса в пролете	Вид нагрузки в пролете	Эпюра М	Пояс, к которому приложена нагрузка
Без закреплений	Равномерно распределенная		Сжатый

Коэффициент надежности по ответственности 1

Дополнительные коэффициенты условий работы	
Расчет на прочность при сейсмике	0
Расчет на устойчивость при сейсмике	0
При особых (не сейсмических) воздействиях	1
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

Неупругая работа сечения не допускается

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OZ_1$  1

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OY_1$  1

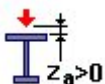
Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба:

коэффициент к геометрической длине = 1

Тип эпюры моментов



Положение нагрузки



Расстояние между раскреплениями из плоскости изгиба:

коэффициент к геометрической длине = 1

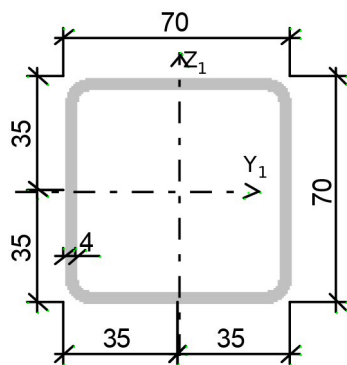
Коэффициенты расчетной длины, зависящие от условий закреплений опорных сечений:

поворот из плоскости изгиба = 1

депланация = 1

Соотношение конечных моментов  $y = 0$

**Сечение**



Профиль: Квадратные трубы по ГОСТ 32931-2015 70x4.0

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента $M_y$	0,02	L1+L2+L3-0.9*L5+L6
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы $Q_z$	$2,1 \cdot 10^{-003}$	L1+L2+L3-0.9*L5+L6
п. 9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	0,03	L1+L2+L3-0.9*L5+L6
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOY (XOU)	$2,45 \cdot 10^{-003}$	L1+L2+L5+L6
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOZ (XOV)	$2,45 \cdot 10^{-003}$	L1+L2+L5+L6
п. 7.1.1	Прочность при центральном сжатии/растяжении	0,01	L1+L2+L3-0.9*L5+L6
п. 8.4.1	Устойчивость плоской формы изгиба	0,02	L1+L2+L5+L6
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOY	0,83	L1+L2+L5+L6
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0,83	L1+L2+L5+L6
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	0,23	L1+L2+L5+L6
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	0,23	L1+L2+L5+L6

**Коэффициент использования 0,83 - Предельная гибкость в плоскости XOY**

## Конструктивная группа верт связи. Элемент № 10

**Тип элемента:** Элемент общего вида

**Сталь:** С255

Длина элемента 2,13 м

Предельная гибкость для сжатых элементов: 180 - 60a

Предельная гибкость для растянутых элементов: 400

Коэффициент условий работы 1

Количество закреплений сжатого пояса в пролете	Вид нагрузки в пролете	Эпюра М	Пояс, к которому приложена нагрузка
Без закреплений	Равномерно распределенная		Сжатый

Коэффициент надежности по ответственности 1

Дополнительные коэффициенты условий работы	
Расчет на прочность при сейсмике	0
Расчет на устойчивость при сейсмике	0
При особых (не сейсмических) воздействиях	1
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

Неупругая работа сечения не допускается

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OZ_1$  1

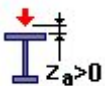
Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OY_1$  1

Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба:  
коэффициент к геометрической длине = 1

Тип эпюры моментов



Положение нагрузки



Расстояние между раскреплениями из плоскости изгиба:

коэффициент к геометрической длине = 1

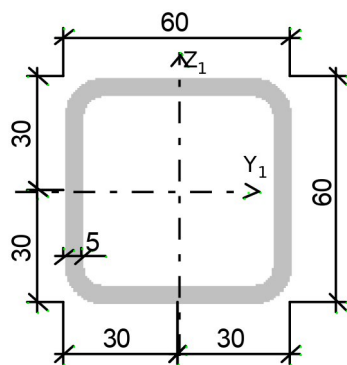
Коэффициенты расчетной длины, зависящие от условий закреплений опорных сечений:

поворот из плоскости изгиба = 1

депланация = 1

Соотношение конечных моментов  $y = 0$

**Сечение**



Профиль: Квадратные трубы по ГОСТ 32931-2015 60x5.0

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента $M_y$	0,01	L1+L2+L5+L6
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы $Q_z$	$1,07 \cdot 10^{-003}$	L1+L2+L5+L6
п. 9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	0,03	L1+L2+0.9*L3-L5+L6
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOY (XOU)	0,03	L1+L2+0.9*L3-L5+L6
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOZ (XOV)	0,03	L1+L2+0.9*L3-L5+L6
пп. 9.2.2, 9.2.10	Устойчивость в плоскости действия момента $M_y$ при внецентренном сжатии	0,04	L1+L2+0.9*L3-L5+L6
пп. 9.2.4, 9.2.5, 9.2.8, 9.2.10	Устойчивость из плоскости действия момента $M_y$ при внецентренном сжатии	0,04	L1+L2+0.9*L3-L5+L6
п. 7.1.1	Прочность при центральном сжатии/растяжении	0,02	L1+L2+0.9*L3-L5+L6
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOY	0,64	L1+L2+0.9*L3-L5+L6
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0,64	L1+L2+0.9*L3-L5+L6
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	0,14	L1+L2+0.9*L3-L5+L6
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	0,14	L1+L2+0.9*L3-L5+L6

**Коэффициент использования 0,64 - Предельная гибкость в плоскости XOY**

## Конструктивная группа гор связи. Элемент № 9

**Тип элемента:** Элемент общего вида

**Сталь:** С255

Длина элемента 4,2 м

Предельная гибкость для сжатых элементов: 180 - 60a

Предельная гибкость для растянутых элементов: 400

Коэффициент условий работы 1

Количество закреплений сжатого пояса в пролете	Вид нагрузки в пролете	Эпюра М	Пояс, к которому приложена нагрузка
Без закреплений	Равномерно распределенная		Сжатый

Коэффициент надежности по ответственности 1

Дополнительные коэффициенты условий работы	
Расчет на прочность при сейсмике	0
Расчет на устойчивость при сейсмике	0
При особых (не сейсмических) воздействиях	1
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

Неупругая работа сечения не допускается

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OZ_1$  1

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OY_1$  1

Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба:

коэффициент к геометрической длине = 1

Тип эпюры моментов



Положение нагрузки



Расстояние между раскреплениями из плоскости изгиба:

коэффициент к геометрической длине = 1

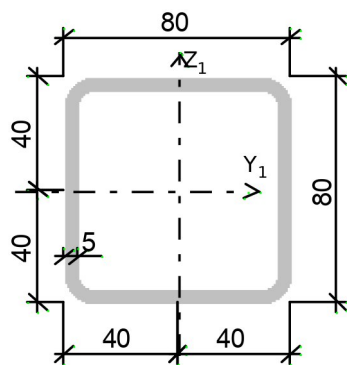
Коэффициенты расчетной длины, зависящие от условий закреплений опорных сечений:

поворот из плоскости изгиба = 1

депланация = 1

Соотношение концевых моментов  $\psi = 0$

**Сечение**



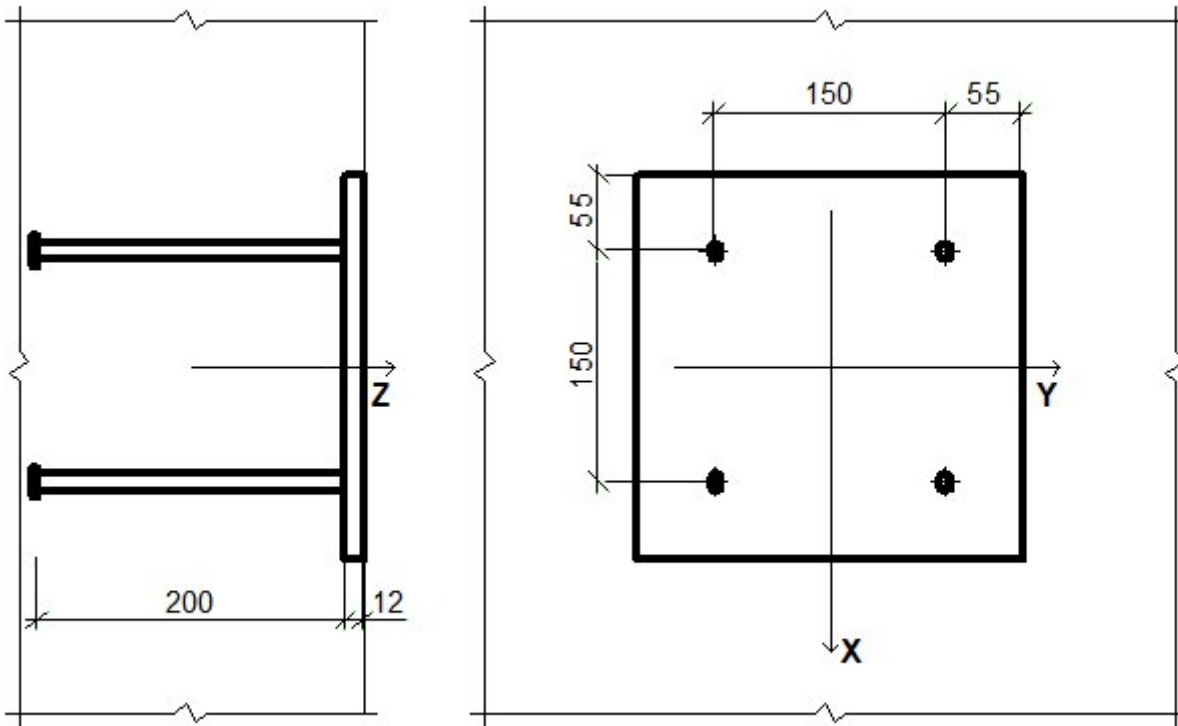
Профиль: Квадратные трубы по ГОСТ 32931-2015 80x5.0

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента $M_y$	0,03	L1+L2+0.9*L3+L4+L6
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы $Q_z$	$2,68 \cdot 10^{-003}$	L1+L2+0.9*L3+L4+L6
п. 9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластичности	0,03	L1+L2+0.9*L3+L4+L6
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOY (XOU)	$2,28 \cdot 10^{-003}$	L1+L2-L4+L6
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOZ (XOV)	$2,28 \cdot 10^{-003}$	L1+L2-L4+L6
п. 7.1.1	Прочность при центральном сжатии/растяжении	$7,98 \cdot 10^{-004}$	L1+L2+0.9*L3+L4+L6
п. 8.4.1	Устойчивость плоской формы изгиба	0,03	L1+L2+0.9*L3+L4+L6
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOY	0,93	L1+L2-L4+L6
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0,93	L1+L2-L4+L6
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	0,2	L1+L2-L4+L6
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	0,2	L1+L2-L4+L6

**Коэффициент использования 0,93 - Предельная гибкость в плоскости XOY**

Коэффициент надежности по ответственности  $g_n = 1$

Схема детали



**Сталь**

Расчетное сопротивление стали, из которой изготовлена пластина  $R_y = 23445,464$  Т/м<sup>2</sup>

*Анкеры*

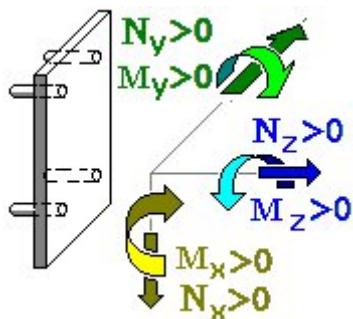
Класс арматуры А240

Диаметр 10 мм

Квадратные пластины усиления

$a=30$  мм

**Знаки усилий**



## Бетон

Вид бетона: Тяжелый

Класс бетона: В25

Коэффициенты условий работы бетона		
$g_{b1}$	учет нагрузок длительного действия	0,9
$g_{b2}$	учет характера разрушения	1
$g_{b3}$	учет вертикального положения при бетонировании	1
$g_{b5}$	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

## Результаты расчета по комбинациям загрузжений

	$N_x$	$N_y$	$N_z$	$M_x$	$M_y$	$M_z$
	T	T	T	T*М	T*М	T*М
1	0	0	-1,9	0	0,	0.4

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 4.2 Рекомендаций	Прочность наиболее напряженного анкера	0,621

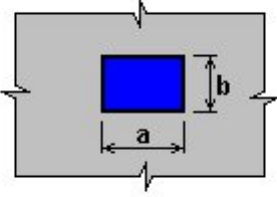
**Коэффициент использования 0,621 - Прочность наиболее напряженного анкера**

## Местное сжатие

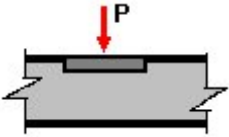
Расчет выполнен по СП 63.13330.2018 с изменениями №1,2

Коэффициент надежности по ответственности  $g_n = 1$

### Схема нагружения

<p>Местная нагрузка вдали от краев элемента</p> <div style="text-align: center;">  </div>	<p><math>a = 260 \text{ мм}</math> <math>b = 260 \text{ мм}</math></p>
--	--

### Расчетная нагрузка

<div style="text-align: center;">  </div>	<p><math>P = 1,9 \text{ Т}</math> Распределение нагрузки - равномерное</p>
--	--

### Бетон

Вид бетона: Тяжелый

Класс бетона: В25

Коэффициенты условий работы бетона		
$g_{b1}$	учет нагрузок длительного действия	0,9
$g_{b2}$	учет характера разрушения	1
$g_{b3}$	учет вертикального положения при бетонировании	1
$g_{b5}$	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Результаты расчета		
Проверено по СНиП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.44 СП 63.13330	Прочность из условий местного сжатия для неармированного сечения	0,011

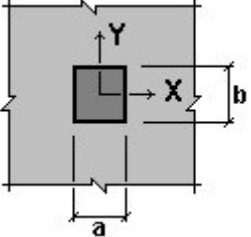
**Коэффициент использования 0,011 - Прочность из условий местного сжатия для неармированного сечения**

## Продавливание

Расчет выполнен по СП 63.13330.2018 с изменениями №1,2

Коэффициент надежности по ответственности  $g_n = 1$

Площадка приложения нагрузки расположена внутри элемента

	$a = 0,26 \text{ м}$ $b = 0,26 \text{ м}$ Высота плиты 0,3 м
---	--

### Бетон

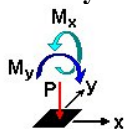
Вид бетона: Тяжелый

Класс бетона: В25

#### Коэффициенты условий работы бетона

Коэффициенты условий работы бетона		
$g_{b1}$	учет нагрузок длительного действия	0,9
$g_{b2}$	учет характера разрушения	1
$g_{b3}$	учет вертикального положения при бетонировании	1
$g_{b5}$	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

### Знаки усилий



### Результаты расчета по комбинациям загрузений

	P	$M_x$	$M_y$
	T	$T^*M$	$T^*M$
1	1,9	0,4	0,1

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.49	прочность на продавливание бетонного элемента при действии сосредоточенной силы и изгибающих моментов с векторами вдоль осей X, Y	0,063

**Коэффициент использования 0,052 - прочность на продавливание бетонного элемента при действии сосредоточенной силы и изгибающих моментов с векторами вдоль осей X, Y**

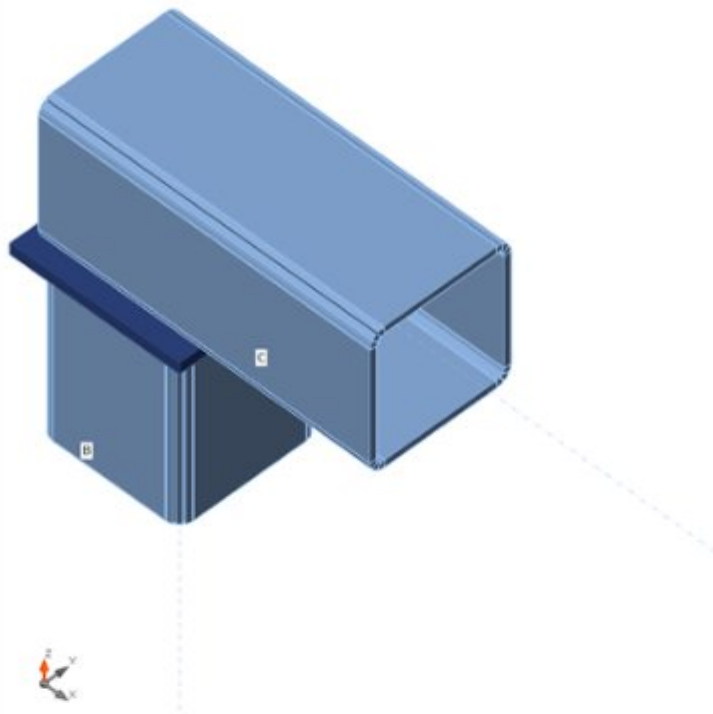
## Элемент проекта CON1

### Исполнение

Имя	CON1
Описание	
Расчёт	Напряжения, деформации/ упрощённое задание нагрузок

### Балки и колонны

Имя	Сечение	$\beta$ - Направление [°]	$\gamma$ - Наклон [°]	$\alpha$ - Вращение [°]	ex - Смещение [mm]	ey - Смещение [mm]	ez - Смещение [mm]	Приложение сил
C	5 - 100 x 5	0,0	0,0	0,0	-50	0	0	Узел
B	5 - 100 x 5	0,0	90,0	0,0	0	0	0	Узел



### Сечения

Имя	Материал
5 - 100 x 5	C255

### Загрузки (равновесие не требуется)

Имя	Member	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
LE1	C	0,0	0,0	-14,0	0,0	0,0	0,0

## Проверка

### Краткий отчёт

Имя	Значение	Статус проверки
Расчёт	100,0%	OK
Пластины	0,0 < 5,0%	OK
Сварные швы	48,5 < 100%	OK
Устойчивость	74,43	
GMNA	Вычислено	

### Пластины

Имя	$R_y$ [MPa]	Толщина [mm]	Нагрузки	$\sigma$ [MPa]	$\epsilon_{pl}$ [%]	$\sigma_{Ed}$ [MPa]	Статус проверки
C	248,8	5,0	LE1	187,5	0,0	0,0	OK
B	248,8	5,0	LE1	52,5	0,0	0,0	OK
EP1	248,8	8,0	LE1	52,0	0,0	0,0	OK

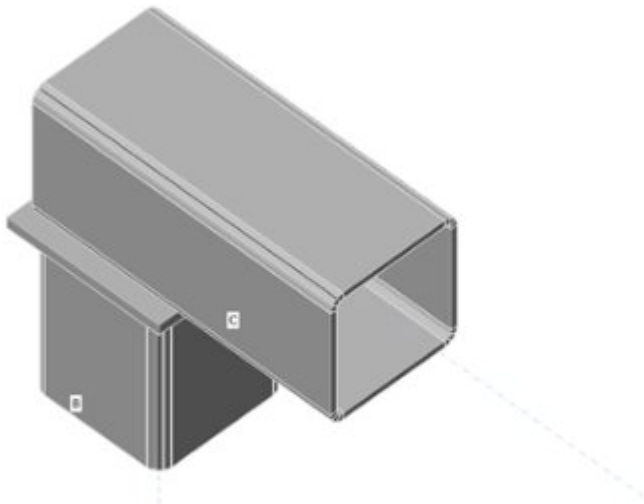
### Данные проекта

Материал	$R_y$ [MPa]	$\epsilon_{lim}$ [%]
C255	248,8	5,0

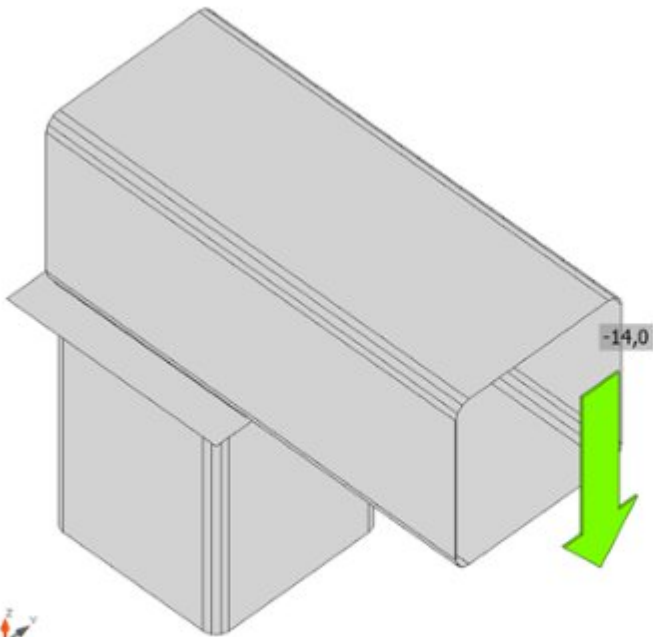
### Пояснения к символам

$\epsilon_{pl}$	Относительная деформация
$\sigma$	Среднее напряжение в бетоне
$R_y$	Предел текучести
$\epsilon_{lim}$	Предельная пластическая деформация

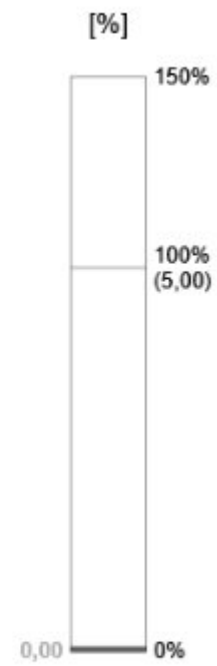
Проект:  
Проект №:  
Автор :



Общая проверка, LE1



Проверка по деформациям, LE1



## Сечения сварных швов

Элемент	Край	Электрод	$k_f$ [mm]	$l$ [mm]	$l_{we}$ [mm]	Нагрузки	$N$ [kN]	$U_{twm}$ [%]	$U_{tbn}$ [%]	Конструирование	Статус
EP1	C-w 1	Э50	▲5,0	109	9	LE1	3,9	44,9	48,5	OK	OK
EP1	C-w 1	Э50	▲5,0	109	9	LE1	3,9	44,9	48,5	OK	OK
EP1	B	Э50	▲6,0	367	10	LE1	2,0	17,9	19,4	OK	OK

### Пояснения к символам

$k_f$	Катет сварного шва
$l$	Фактическая длина сварного шва
$l_{we}$	Расчётная длина элемента сварки
$N$	Усилие сдвига в элементе сварки
$U_{twm}$	Кисп по металлу шва
$U_{tbn}$	Кисп по металлу границы сплавления

### Подробные результаты для EP1 / C-w 1

#### Проверка прочности по металлу шва (СП 16 - П.14.1)

$$\frac{N}{\beta_f \cdot k_f \cdot l_{we} \cdot R_{wf} \cdot \gamma_c} = 0,45 \leq 1,0$$

Где:

$N = 3,9$  kN – усилие сдвига в элементе сварки

$\beta_f = 0,90$  – коэф-т по металлу шва

$k_f = 5$  mm – катет сварного шва

$l_{we} = 9$  mm – расчётная длина элемента сварки

- $l_{we} = \frac{l_w}{l} \cdot l_e$ , где:
  - $l_w = l - 10$  mm = 99 mm – расчётная длина сварного шва
  - $l = 109$  mm – фактическая длина сварного шва
  - $l_e = 10$  mm – фактическая длина элемента сварки

$R_{wf} = 215,6$  MPa – расчётное сопротивление сварного соединения по металлу шва

- $R_{wf} = 0,55 \cdot \frac{R_{wmn}}{\gamma_{wm}}$ , где:
  - $R_{wmn} = 490,0$  MPa – нормативное сопротивление металла швов сварных соединений с угловыми швами
  - $\gamma_{wm} = 1,25$  – коэф-т надёжности по металлу шва

$\gamma_c = 1,00$  – коэф-т условий работы

**Проверка прочности по металлу границы сплавления (СП 16 - п.14.1)**

$$\frac{N}{\beta_z \cdot k_f \cdot l_{we} \cdot R_{wz} \cdot \gamma_c} = 0,49 \leq 1,0$$

Где:

$N = 3,9 \text{ kN}$  – усилие сдвига в элементе сварки

$\beta_z = 1,05$  – коэф-т по металлу границы сплавления

$k_f = 5 \text{ mm}$  – катет сварного шва

$l_{we} = 9 \text{ mm}$  – расчётная длина элемента сварки

- $l_{we} = \frac{l_w}{T} \cdot l_e$ , где:
  - $l_w = l - 10 \text{ mm} = 99 \text{ mm}$  – расчётная длина сварного шва
  - $l = 109 \text{ mm}$  – фактическая длина сварного шва
  - $l_e = 10 \text{ mm}$  – фактическая длина элемента сварки

$R_{wz} = 171,0 \text{ MPa}$  – расчётное сопротивление сварного соединения по металлу границы сплавления

- $R_{wz} = 0,45 \cdot R_{un}$ , где:
  - $R_{un} = 380,0 \text{ MPa}$  – нормативное временное сопротивление стали свариваемых деталей

$\gamma_c = 1,00$  – коэф-т условий работы

**Устойчивость**

Нагрузки	Форма	Коэф-т [-]
LE1	1	74,43
	2	75,93
	3	80,80
	4	91,45
	5	122,33
	6	135,79

**Настройки норм**

Элемент	Значение	Ед. изм.	Ссылка
Останавливать на предельной деформации	Нет		
Конструирование	Да		СП 16 - п.14.1.7, Табл. 38, 40
Преднапряжённые болты - коэф-т трения $\mu$	0,35	-	СП 16 - Таблица 42
Тип нагрузки на болты	Static		СП 16 - Таблица 42
Тип сварки	Автом. и мех. (d = 1,4-2,0 мм)		СП 16 - Таблица 39
Длина анкеровки для вычисления жёсткости [d]	8	-	EN 1993-1-8 - Table 6.11
Коэф-т условий работы, $\gamma_c$	1,00	-	СП 16 - Таблица 1
Предельная пластическая деформация	0,05	-	EN 1993-1-5 - Cl.C.8
Проверка лок. пластич. деф-ий	Нет		

## Описание расчетной части

### Расчет металлических конструкций КПП

#### 1.1. Описание расчетной модели

Расчетная схема определена как система с признаком 5. Это означает, что рассматривается система общего вида, деформации которой и ее основные неизвестные представлены линейными перемещениями узловых точек вдоль осей X, Y, Z и поворотами вокруг этих осей.

Выбранный режим статического расчета.

Статический расчет системы выполнен в линейной постановке.

Общий вид расчётной модели здания см. рис. 1.

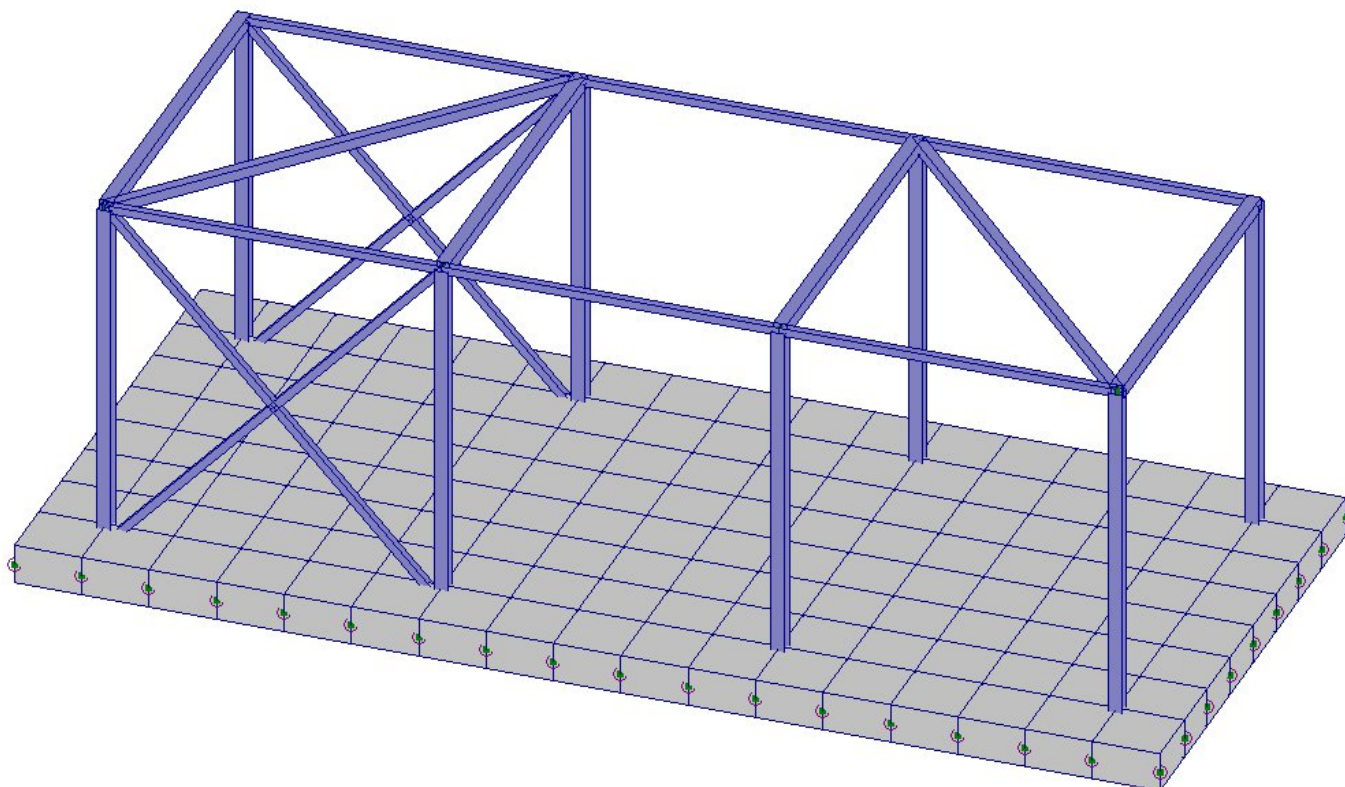


Рис.1. Общий вид расчётной модели

#### 1.2. Граничные условия

Граничные условия заданы следующим образом. Колонны здания закреплены жестко по всем степеням свободы в обеих плоскостях.

### 1.3. Жесткости

Единицы измерения:

- Линейные размеры: м
- Размеры сечений: мм
- Силы: Т

Толщина пластин представлена в единицах измерения линейных размеров.

Жесткости		
Тип	Жесткость	Изображение
1	<p>Жесткость стержневых элементов - профиль металлопроката Каталог: Полный каталог профилей ГОСТ.. Семейство: Квадратные трубы по ГОСТ 32931-2015 Профиль: 100x5.0</p> <p>Модуль упругости <math>E = 21000000,77 \text{ Т/м}^2</math> Коэффициент Пуассона <math>\nu = 0,3</math> Объемный вес <math>\gamma = 7,85 \text{ Т/м}^3</math> Коэффициент температурного расширения <math>\alpha = 1,2e-005</math> Продольная жесткость <math>EF = 38556 \text{ Т}</math> Изгибная жесткость (ось Y) <math>EI_y = 56,93 \text{ Т*м}^2</math> Изгибная жесткость (ось Z) <math>EI_z = 56,93 \text{ Т*м}^2</math> Сдвиговая жесткость (ось Y) <math>GF_y = 6463,92 \text{ Т}</math> Сдвиговая жесткость (ось Z) <math>GF_z = 6463,92 \text{ Т}</math> Крутильная жесткость <math>GI_{кр} = 34,62 \text{ Т*м}^2</math> Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U) <math>a_{u+} = 2,95 \text{ см}</math> Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U) <math>a_{u-} = 2,95 \text{ см}</math> Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V) <math>a_{v+} = 2,95 \text{ см}</math> Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V) <math>a_{v-} = 2,95 \text{ см}</math></p>	
2	<p>Жесткость стержневых элементов - профиль металлопроката Каталог: Полный каталог профилей ГОСТ.. Семейство: Квадратные трубы по ГОСТ 32931-2015 Профиль: 120x5.0</p> <p>Модуль упругости <math>E = 21000000,77 \text{ Т/м}^2</math> Коэффициент Пуассона <math>\nu = 0,3</math> Объемный вес <math>\gamma = 7,85 \text{ Т/м}^3</math> Коэффициент температурного расширения <math>\alpha = 1,2e-005</math> Продольная жесткость <math>EF = 46956 \text{ Т}</math> Изгибная жесткость (ось Y) <math>EI_y = 101,95 \text{ Т*м}^2</math> Изгибная жесткость (ось Z) <math>EI_z = 101,95 \text{ Т*м}^2</math> Сдвиговая жесткость (ось Y) <math>GF_y = 7901,47 \text{ Т}</math> Сдвиговая жесткость (ось Z) <math>GF_z = 7901,47 \text{ Т}</math> Крутильная жесткость <math>GI_{кр} = 61,42 \text{ Т*м}^2</math> Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U) <math>a_{u+} = 3,62 \text{ см}</math> Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U) <math>a_{u-} = 3,62 \text{ см}</math> Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V) <math>a_{v+} = 3,62 \text{ см}</math> Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V) <math>a_{v-} = 3,62 \text{ см}</math></p>	

Жесткости		
Тип	Жесткость	Изображение
	$Z(V) a_{v+} = 3,62 \text{ см}$ Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси $Z(V) a_{v-} = 3,62 \text{ см}$	
3	<p>Жесткость стержневых элементов - профиль металлопроката  Каталог: Полный каталог профилей ГОСТ..  Семейство: Квадратные трубы по ГОСТ 32931-2015  Профиль: 60x5.0</p> <p>Модуль упругости <math>E = 21000000,77 \text{ Т/м}^2</math>  Коэффициент Пуассона <math>\nu = 0,3</math>  Объемный вес <math>\gamma = 7,85 \text{ Т/м}^3</math>  Коэффициент температурного расширения <math>\alpha = 1,2e-005</math>  Продольная жесткость <math>EF = 21756 \text{ Т}</math>  Изгибная жесткость (ось Y) <math>EI_y = 10,6 \text{ Т*м}^2</math>  Изгибная жесткость (ось Z) <math>EI_z = 10,6 \text{ Т*м}^2</math>  Сдвиговая жесткость (ось Y) <math>GF_y = 3585,09 \text{ Т}</math>  Сдвиговая жесткость (ось Z) <math>GF_z = 3585,09 \text{ Т}</math>  Крутильная жесткость <math>GI_{кр} = 6,72 \text{ Т*м}^2</math>  Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси  <math>Y(U) a_{u+} = 1,62 \text{ см}</math>  Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси  <math>Y(U) a_{u-} = 1,62 \text{ см}</math>  Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси  <math>Z(V) a_{v+} = 1,62 \text{ см}</math>  Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси  <math>Z(V) a_{v-} = 1,62 \text{ см}</math></p>	
4	<p>Жесткость стержневых элементов - профиль металлопроката  Каталог: Полный каталог профилей ГОСТ..  Семейство: Квадратные трубы по ГОСТ 32931-2015  Профиль: 80x5.0</p> <p>Модуль упругости <math>E = 21000000,77 \text{ Т/м}^2</math>  Коэффициент Пуассона <math>\nu = 0,3</math>  Объемный вес <math>\gamma = 7,85 \text{ Т/м}^3</math>  Коэффициент температурного расширения <math>\alpha = 1,2e-005</math>  Продольная жесткость <math>EF = 30156 \text{ Т}</math>  Изгибная жесткость (ось Y) <math>EI_y = 27,6 \text{ Т*м}^2</math>  Изгибная жесткость (ось Z) <math>EI_z = 27,6 \text{ Т*м}^2</math>  Сдвиговая жесткость (ось Y) <math>GF_y = 5025,47 \text{ Т}</math>  Сдвиговая жесткость (ось Z) <math>GF_z = 5025,47 \text{ Т}</math>  Крутильная жесткость <math>GI_{кр} = 17,04 \text{ Т*м}^2</math>  Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси  <math>Y(U) a_{u+} = 2,29 \text{ см}</math>  Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси  <math>Y(U) a_{u-} = 2,29 \text{ см}</math>  Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси  <math>Z(V) a_{v+} = 2,29 \text{ см}</math>  Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси  <math>Z(V) a_{v-} = 2,29 \text{ см}</math></p>	

Жесткости		
Тип	Жесткость	Изображение
5	<p>Имя типа жесткости: h=0.3</p> <p>Жесткости пластин</p> <p>Модуль упругости <math>E = 3060000 \text{ Т/м}^2</math></p> <p>Коэффициент Пуассона <math>\nu = 0,2</math></p> <p>Толщина <math>h = 0,3 \text{ м}</math></p> <p>Объемный вес <math>\gamma = 2,5 \text{ Т/м}^3</math></p> <p>Коэффициент температурного расширения <math>\alpha = 1, \text{e-}005</math></p>	
6	<p>Связь конечной жесткости</p> <p><math>E_X = 100 \text{ Т/м}</math></p> <p><math>E_Y = 100 \text{ Т/м}</math></p>	

### Список грунтов

	Наименование	Модуль деформации	Коэффициент Пуассона	Толщина слоя
		Т/м <sup>2</sup>		м
1	ИГЭ-2 Песок	2830	0,3	3

Коэффициент сжатия  $C_1$  - 1269,872 Т/м<sup>3</sup>

Коэффициент сдвига  $C_2$  - 1088,462 Т/м

#### 1.4. Нагрузки и воздействия

При проектировании учтены нагрузки и воздействия на здания, которые были определены согласно СП 20.13330.2016 «СНиП 2.01.07 - 85 «Нагрузки и воздействия». Значения принятых нагрузок и коэффициентов представлены в табл. 2.

Табл. 2. Здание. Нагрузки и воздействия

Тип нагрузки	$P_n$	$\gamma_f$	P	$K_{длит}$	$K_1$
<b>Постоянные:</b>					
• с.в. несущих конструкции	SCAD*	1,05	SCAD*	-	1
• с.в. кровли	32	1.16	38	-	1
• С.в. ограждающих конструкций	24	1,2	29	-	1
<b>Временные:</b>					
<b>- кратковременные:</b>					
• снеговая	II снеговой район	1,4	II снеговой район	0,5	0,9
• ветровая	III ветровой район	1,4	III ветровой район	0	±0,9

**примечание:** SCAD\* - нагрузка определяется программным комплексом автоматически;

где:  $P_n$  – нормативное значение нагрузки, кгс/м<sup>2</sup> (кроме оговоренных);

$\gamma_f$  – коэффициент надежности по нагрузке;

P – расчетное значение нагрузки, кгс/м<sup>2</sup> (кроме оговоренных);

$K_{длит}$  – коэффициент перехода от полных значений кратковременной нагрузки к пониженным значениям временной нагрузки длительного действия (доля длительности);

### Параметры динамических воздействий

Общие данные: СП 14.13330.2018 Строительство в сейсмических районах. Изменение №2

Вид воздействия:  Сейсмические воздействия

Имя загрузки: сейсмика

Преобразование статических нагрузок в массы

Коэффициент пересчета: 0,9

Загрузка	Коэффициент
1 СВ	0,9
2 Кровля	0,9
3 Снег	0,5
6 Ограждения	0,9

Значения параметров взять из загрузки:

Страна	Шифр	Наименование
Россия	СП 31-114-2004	Правила проектирования жилых и общественных зданий
Россия	СП 14.13330.2011	Строительство в сейсмических районах (Актуализированная)
Россия	СП 14.13330.2014	Строительство в сейсмических районах (Актуализированная)
Россия	СП 14.13330.2018 с 1	Строительство в сейсмических районах (Актуализированная)
Россия	СП 14.13330.2018 с 1	Строительство в сейсмических районах (Актуализированная)
Россия	СП 358.1325800.2011	Сооружения гидротехнические. Правила проектирования и
Россия	МГСН 4.19.05	МГСН
Россия	НП-031-01	Нормы проектирования сейсмостойких атомных станций

Итерации подпространств

Вычисление остаточных членов

### Параметры динамических воздействий

Общие данные: СП 14.13330.2018 Строительство в сейсмических районах. Изменение №2

Направление вектора сейсмического воздействия: X 1 Y 0 Z 0

Число учитываемых форм собственных колебаний: 3

Расчетная ситуация:  Расчетное землетрясение - решение по линейно-спектральной методике

Коэффициент, учитывающий назначение сооружения и его ответственность (табл.4.2): 1

Коэффициент, учитывающий допускаемые повреждения (табл.5.2): 0,22

Коэффициент, учитывающий рассеивание энергии колебаний (табл.5.3): 1,3

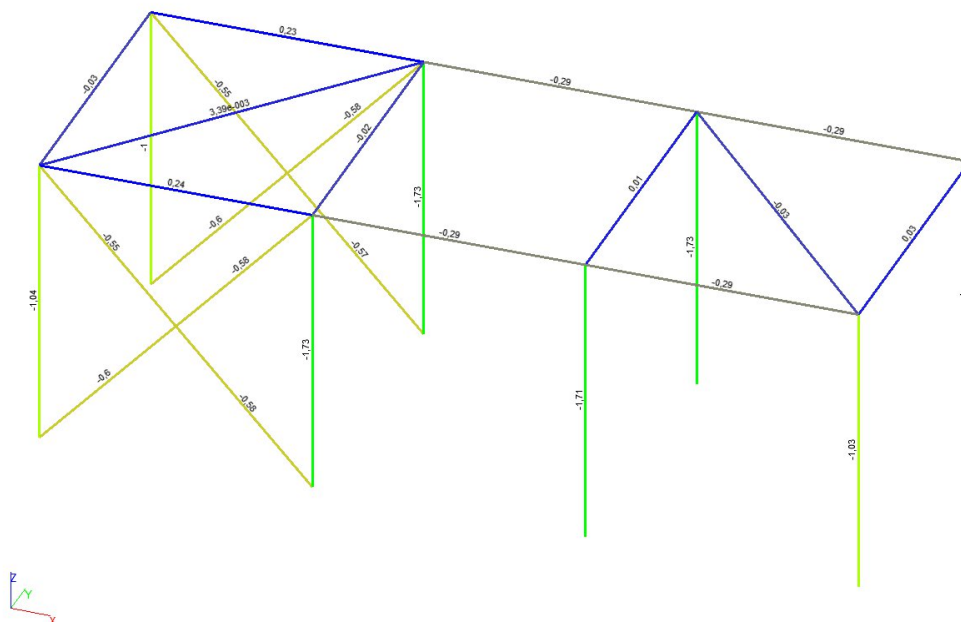
Категория грунта: II категория

Поправочный коэффициент: 1

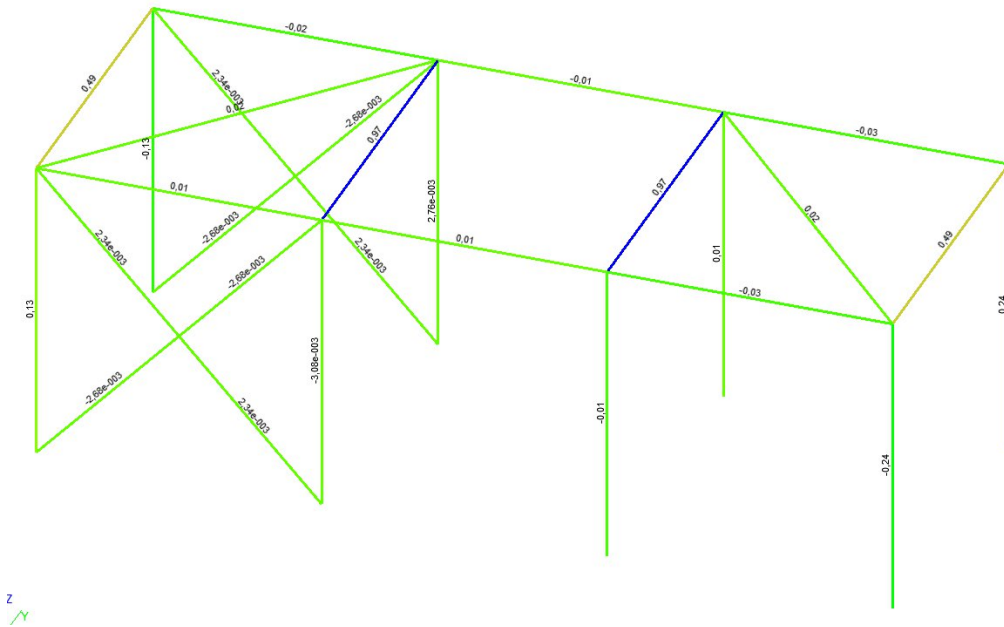
Учет нелинейного деформирования грунтов:    
 Сейсмичность: 8 баллов

Учет близости частот (формула 5.9):

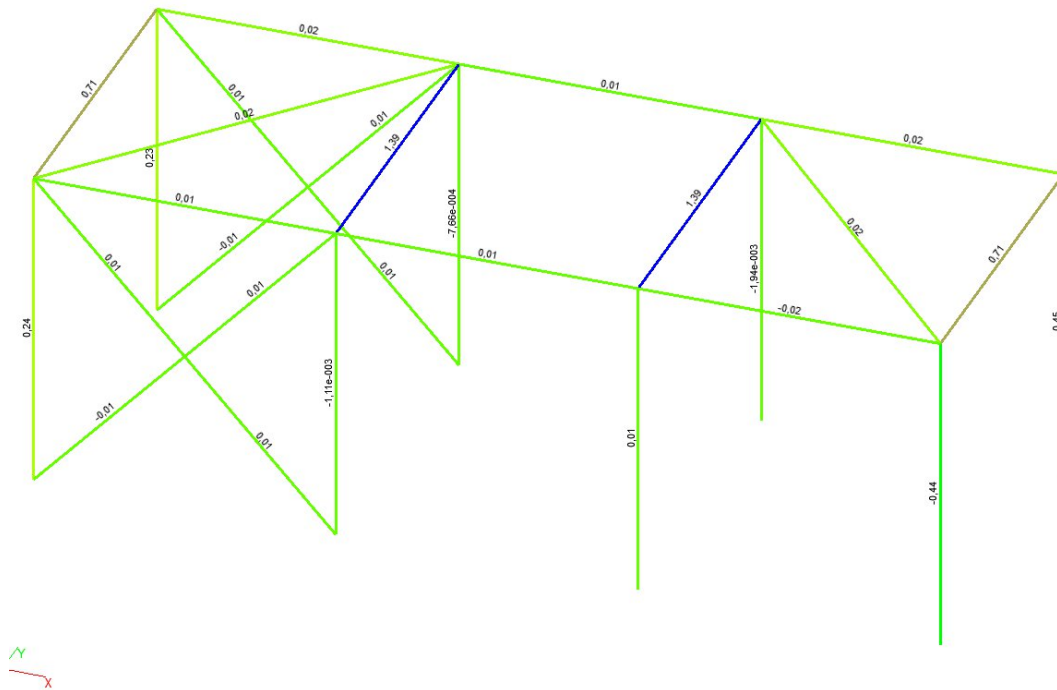
#### 1.4.1. Результаты расчета. Эпюры от расчетных сочетаний усилий



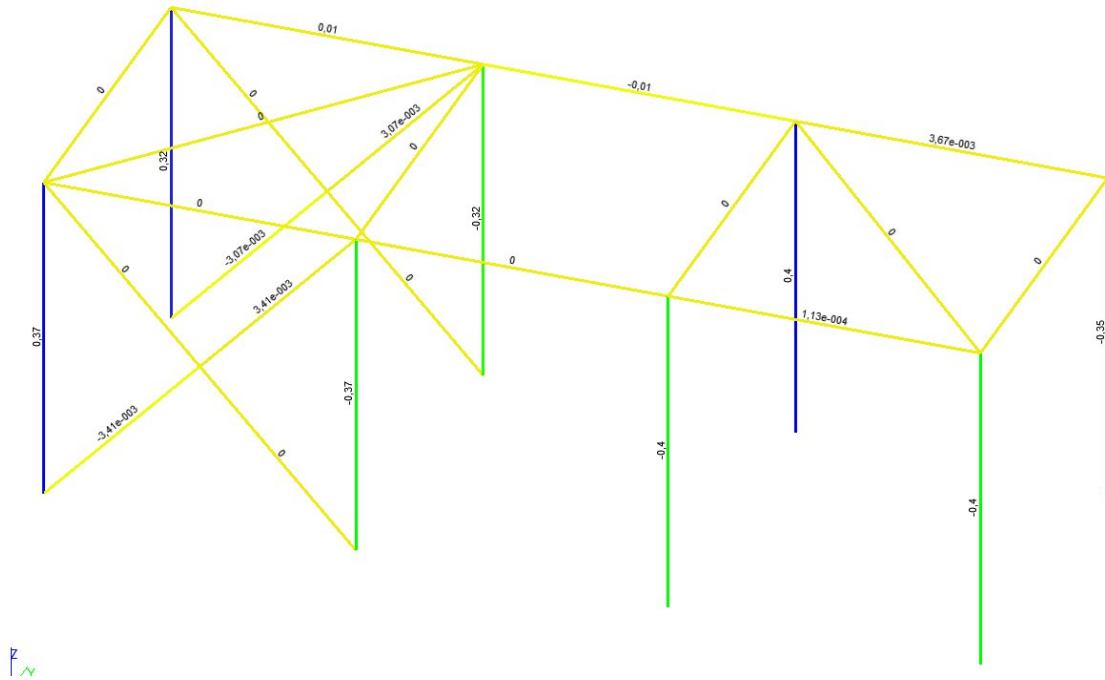
Усилия N, металлического каркаса, тс



Момент  $M_u$ , металлического каркаса,  $tс*м$

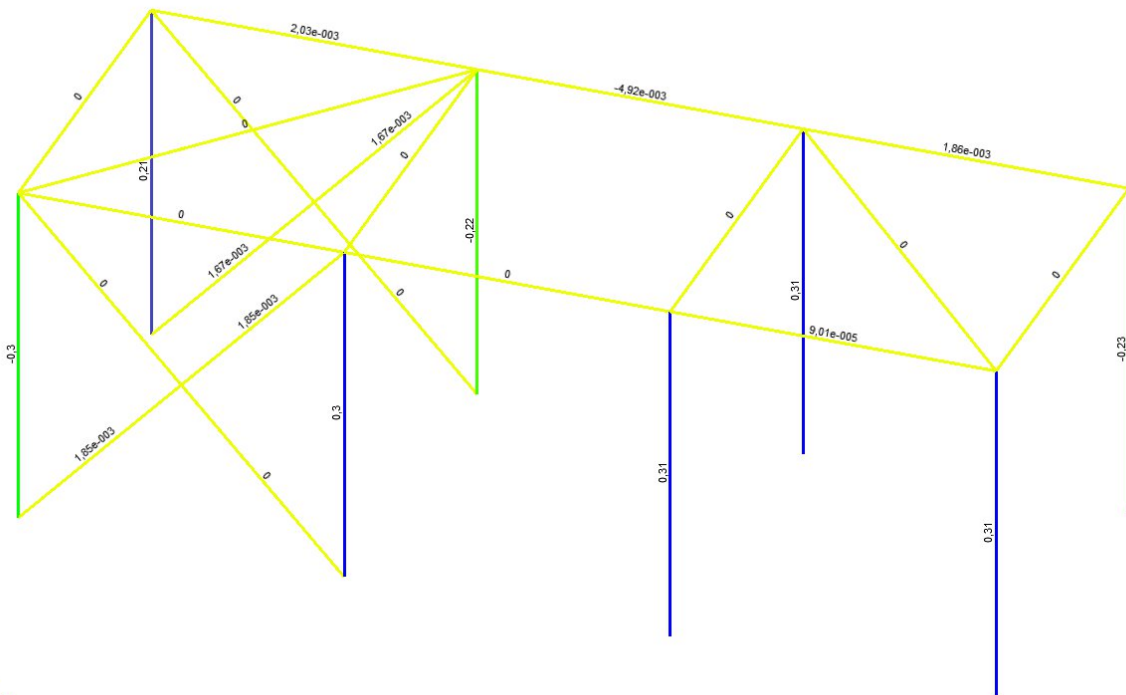


Усилия  $Q_z$ , металлического каркаса,  $тс$



Z  
Y

Момент  $M_z$ , металлического каркаса, тс\*м



Z  
Y  
X

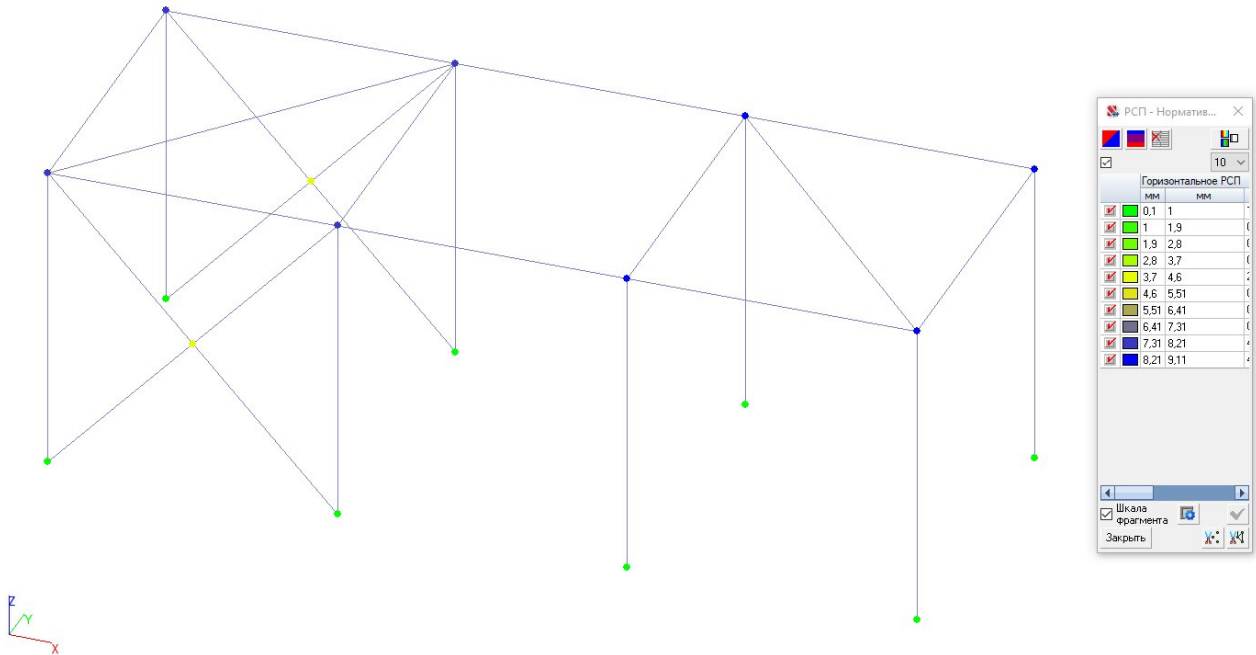
Усилия  $Q_y$ , металлического каркаса, тс

## 1.5. Основные результаты расчета

### Перемещения

Горизонтальные перемещения:

Перемещение верха колонн здания по оси Y при совместном воздействии вертикальных и горизонтальных нагрузок составляет  $f = 9,11$  мм и не превышает предельно допустимого значения ( $f < 1/150 = 2700/150 = 18$  мм).

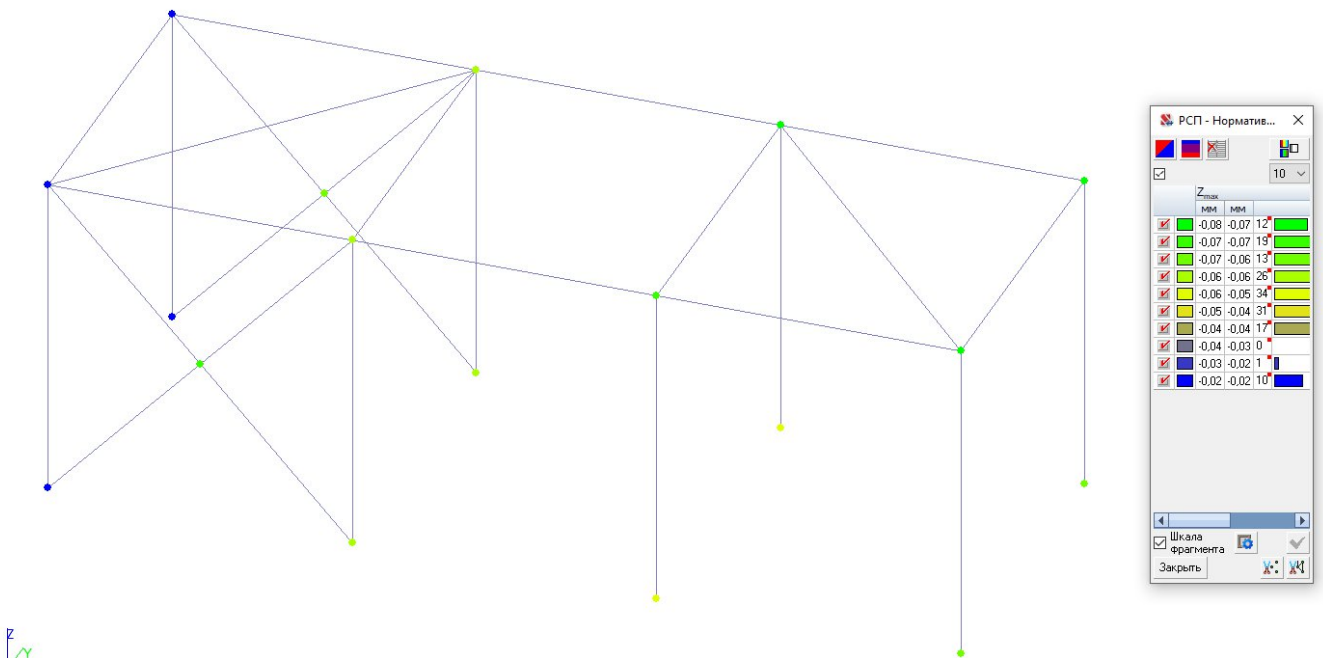


Горизонтальные перемещения

Прогиб балки:

Допустимое значение прогиба согласно СП 20.13330.2016 составляет  $2800/150=18,7$  мм.

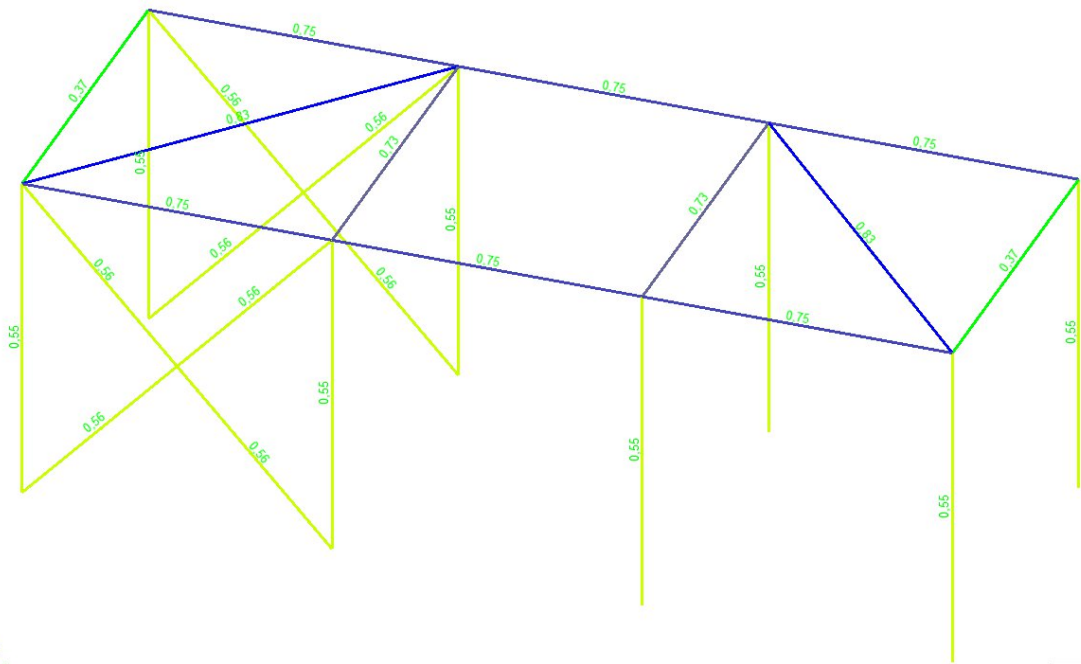
Максимальный прогиб балки равен 0,08 мм, что не превышает допустимого значения.



Вертикальные перемещения

### Результаты проверки элементов стальных конструкций

Расчет и проверка элементов стальных конструкций выполнен согласно требованиям СП16.13330.2017. Согласно результатам проверок сечений стальных конструкций по требованиям по СП16.13330.2017 коэффициент использования по проверяемым факторам не превосходит 0,95. Ниже представлены результаты по проверке элементов стальных конструкций.



Р.  
На схеме представлены коэффициенты использования элементов.

## Результаты экспертизы стальных конструкций

Расчет выполнен по СП 16.13330.2017 с изменениями №1,2

### Конструктивная группа Колонны К1. Элемент № 1

Тип элемента: Стойка

Сталь: С255

Длина элемента 2,9 м

Предельная гибкость для сжатых элементов: 180 - 60а

Предельная гибкость для растянутых элементов: 400

Коэффициент условий работы 1

Количество закреплений сжатого пояса в пролете	Вид нагрузки в пролете	Эпюра М	Пояс, к которому приложена нагрузка
Без закреплений	Равномерно распределенная		Сжатый

Коэффициент надежности по ответственности 1

Дополнительные коэффициенты условий работы	
Расчет на прочность при сейсмике	0
Расчет на устойчивость при сейсмике	0
При особых (не сейсмических) воздействиях	1
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

Неупругая работа сечения не допускается

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OZ_1$  1,17

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OY_1$  1,17

Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба:

коэффициент к геометрической длине = 1

Тип эпюры моментов



Положение нагрузки



Расстояние между раскреплениями из плоскости изгиба:

коэффициент к геометрической длине = 1

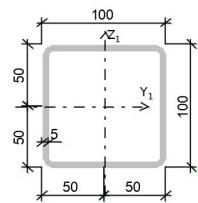
Коэффициенты расчетной длины, зависящие от условий закреплений опорных сечений:

поворот из плоскости изгиба = 1

депланация = 1

Соотношение концевых моментов  $\gamma = 0$

**Сечение**



Профиль: Квадратные трубы по ГОСТ 32931-2015 100x5.0

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента $M_y$	0,09	L1+L2+L5+L6
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента $M_z$	0,24	L1+L2+0.9*L3+L4+L6
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы $Q_y$	0,02	L1+L2+0.9*L3+L4+L6
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы $Q_z$	0,02	L1+L2+L5+L6
п. 9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	0,26	L1+L2+0.9*L3-L4+L6
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOY (XOU)	0,03	L1+L2+L3+0.9*L5+L6
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOZ (XOV)	0,03	L1+L2+L3+0.9*L5+L6
пп. 9.2.2, 9.2.10	Устойчивость в плоскости действия момента $M_y$ при внецентренном сжатии	0,02	0.9*L1+0.9*L2+0.5*L3+0.9*L6+L7
пп. 9.2.8, 9.2.10, 9.3.1, 9.3.2	Устойчивость в плоскости действия момента $M_z$ при внецентренном сжатии	$3,66 \cdot 10^{-003}$	L1+L2-L5+L6
пп. 9.2.9, 9.2.10, 9.3.1, 9.3.2	Устойчивость при сжатии с изгибом в двух плоскостях	0,24	L1+L2+0.9*L3-L4+L6
пп. 9.2.4, 9.2.5, 9.2.8, 9.2.10	Устойчивость из плоскости действия момента $M_y$ при внецентренном сжатии	0,02	0.9*L1+0.9*L2+0.5*L3+0.9*L6+L7
пп. 9.2.4, 9.2.5, 9.2.8, 9.2.10, 9.3.1, 9.3.2	Устойчивость из плоскости действия момента $M_z$ при внецентренном сжатии	$3,67 \cdot 10^{-003}$	L1+L2-L5+L6
п. 8.4.1	Устойчивость плоской формы изгиба	0,24	L1+L2-L4+L6
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOY	0,55	L1+L2+L4+L6
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0,55	L1+L2+L4+L6
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	0,28	0.9*L1+0.9*L2+0.9*L6-L7

пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	0,36	$0.9 \cdot L1 + 0.9 \cdot L2 + 0.9 \cdot L6 - L7$
--	---	------	---

**Коэффициент использования 0,55 - Предельная гибкость в плоскости XOY**

## Конструктивная группа Балки Б1

Тип элемента: Балка

Сталь: С255

Длина элемента 2,8 м

Количество закреплений сжатого пояса в пролете	Вид нагрузки в пролете	Эпюра М	Пояс, к которому приложена нагрузка
Без закреплений	Равномерно распределенная		Сжатый

Коэффициент надежности по ответственности 1

Дополнительные коэффициенты условий работы	
Расчет на прочность при сейсмике	0
Расчет на устойчивость при сейсмике	0
При особых (не сейсмических) воздействиях	1
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

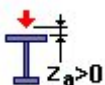
Неупругая работа сечения не допускается

Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба:  
коэффициент к геометрической длине = 1

Тип эпюры моментов



Положение нагрузки



Расстояние между раскреплениями из плоскости изгиба:  
коэффициент к геометрической длине = 1

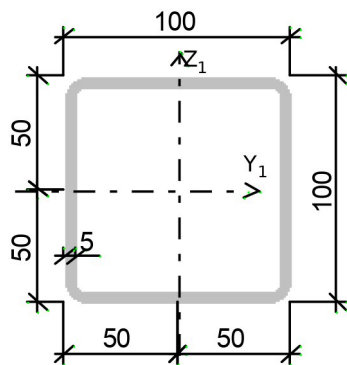
Коэффициенты расчетной длины, зависящие от условий закреплений опорных сечений:

поворот из плоскости изгиба = 1

депланация = 1

Соотношение конечных моментов  $y = 0$

**Сечение**



Профиль: Квадратные трубы по ГОСТ 32931-2015 100x5.0

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы	0,12	L1+L2+L3+0.9*L5+L6
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента	0,73	0.9*L1+0.9*L2+0.5*L3+0.9*L6-L7
п. 8.4.1	Устойчивость плоской формы изгиба при действии момента	0,73	0.9*L1+0.9*L2+0.5*L3+0.9*L6-L7
п. 8.2.1	Прочность по приведенным напряжениям при одновременном действии изгибающего момента и поперечной силы	0,51	0.9*L1+0.9*L2+0.5*L3+0.9*L6-L7
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	0,16	0.9*L1+0.9*L2+0.5*L3+0.9*L6-L7
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	0,31	0.9*L1+0.9*L2+0.5*L3+0.9*L6-L7

**Коэффициент использования 0,73 - Прочность при действии изгибающего момента**

## Конструктивная группа Распорки P1

### Конструктивная группа распорки. Элемент № 7

Тип элемента: Элемент общего вида

Сталь: С255

Длина элемента 2,5 м

Предельная гибкость для сжатых элементов: 180 - 60a

Предельная гибкость для растянутых элементов: 400

Коэффициент условий работы 1

Количество закреплений сжатого пояса в пролете	Вид нагрузки в пролете	Эпюра M	Пояс, к которому приложена нагрузка
Без закреплений	Равномерно распределенная		Сжатый

Коэффициент надежности по ответственности 1

Дополнительные коэффициенты условий работы	
Расчет на прочность при сейсмике	0
Расчет на устойчивость при сейсмике	0
При особых (не сейсмических) воздействиях	1
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

Неупругая работа сечения не допускается

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OZ_1$  1

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OY_1$  1

Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба:

коэффициент к геометрической длине = 1

Тип эпюры моментов



Положение нагрузки



Расстояние между раскреплениями из плоскости изгиба:

коэффициент к геометрической длине = 1

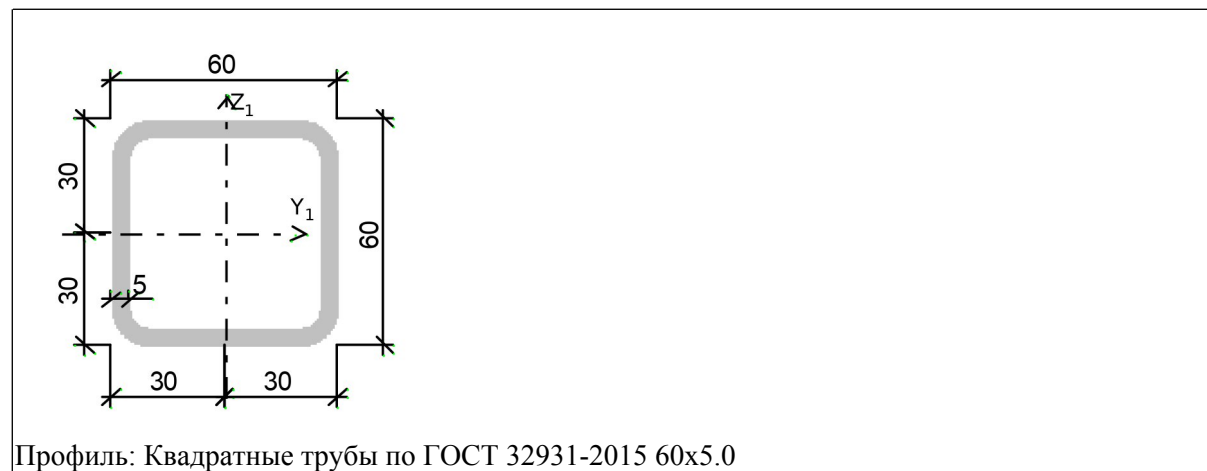
Коэффициенты расчетной длины, зависящие от условий закреплений опорных сечений:

поворот из плоскости изгиба = 1

депланация = 1

Соотношение концевых моментов  $\eta = 0$

### Сечение



Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента $M_y$	0,02	L1+L2+L3-0.9*L5+L6
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы $Q_z$	$1,61 \cdot 10^{-003}$	L1+L2+L3-0.9*L5+L6
п. 9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	0,02	L1+L2+L3-0.9*L5+L6
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOY (XOU)	0,01	0.9*L1+0.9*L2+0.9*L6+L7
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOZ (XOV)	0,01	0.9*L1+0.9*L2+0.9*L6+L7
пп. 9.2.2, 9.2.10	Устойчивость в плоскости действия момента $M_y$ при внецентренном сжатии	0,02	0.9*L1+0.9*L2+0.9*L6+L7
пп. 9.2.4, 9.2.5, 9.2.8, 9.2.10	Устойчивость из плоскости действия момента $M_y$ при внецентренном сжатии	0,02	0.9*L1+0.9*L2+0.9*L6+L7
п. 7.1.1	Прочность при центральном сжатии/растяжении	0,01	L1+L2+L3-0.9*L5+L6
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOY	0,75	L1+L2+L5+L6
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0,75	L1+L2+L5+L6
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	0,14	L1+L2+L5+L6
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7,	Предельная гибкость свеса	0,14	L1+L2+L5+L6

<b>Результаты расчета</b>	<b>Проверка</b>	<b>Коэффициент использования</b>	<b>Комбинация</b>
9.4.9	полки (поясного листа) из условия местной устойчивости		

**Коэффициент использования 0,75 - Предельная гибкость в плоскости XOY**

## Конструктивная группа Вертикальные связи СВ1

Тип элемента: Элемент общего вида

Сталь: С255

Длина элемента 1,84 м

Предельная гибкость для сжатых элементов: 180 - 60a

Предельная гибкость для растянутых элементов: 400

Коэффициент условий работы 1

Количество закреплений сжатого пояса в пролете	Вид нагрузки в пролете	Эпюра М	Пояс, к которому приложена нагрузка
Без закреплений	Равномерно распределенная		Сжатый

Коэффициент надежности по ответственности 1

Дополнительные коэффициенты условий работы	
Расчет на прочность при сейсмике	0
Расчет на устойчивость при сейсмике	0
При особых (не сейсмических) воздействиях	1
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

Неупругая работа сечения не допускается

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OZ_1$  1

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OY_1$  1

Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба:

коэффициент к геометрической длине = 1

Тип эпюры моментов



Положение нагрузки



Расстояние между раскреплениями из плоскости изгиба:

коэффициент к геометрической длине = 1

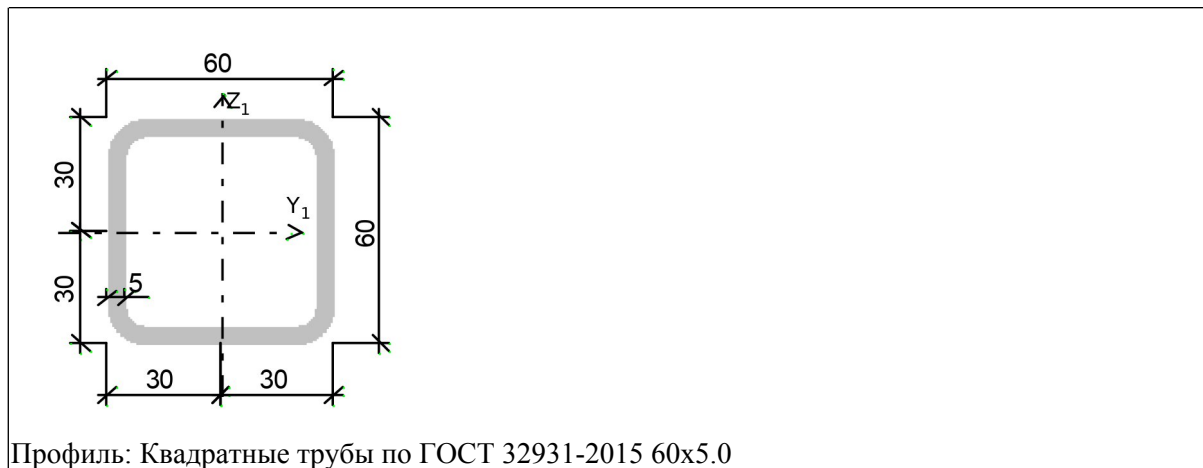
Коэффициенты расчетной длины, зависящие от условий закреплений опорных сечений:

поворот из плоскости изгиба = 1

депланация = 1

Соотношение концевых моментов  $\eta = 0$

### Сечение



Профиль: Квадратные трубы по ГОСТ 32931-2015 60x5.0

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента $M_y$	0,01	L1+L2+L5+L6
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы $Q_z$	$8,07 \cdot 10^{-004}$	L1+L2+L5+L6
п. 9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	0,03	L1+L2+0.9*L3-L5+L6
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOY (XOU)	0,03	L1+L2+0.9*L3-L5+L6
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOZ (XOV)	0,03	L1+L2+0.9*L3-L5+L6
пп. 9.2.2, 9.2.10	Устойчивость в плоскости действия момента $M_y$ при внецентренном сжатии	0,04	L1+L2+0.9*L3-L5+L6
пп. 9.2.4, 9.2.5, 9.2.8, 9.2.10	Устойчивость из плоскости действия момента $M_y$ при внецентренном сжатии	0,04	L1+L2+0.9*L3-L5+L6
п. 7.1.1	Прочность при центральном сжатии/растяжении	0,02	L1+L2+0.9*L3-L5+L6
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOY	0,56	L1+L2+0.9*L3-L5+L6
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0,56	L1+L2+0.9*L3-L5+L6
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	0,14	L1+L2+0.9*L3-L5+L6
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной	0,14	L1+L2+0.9*L3-L5+L6

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
	устойчивости		

**Коэффициент использования 0,56 - Предельная гибкость в плоскости XOY**

### Горизонтальные связи

Тип элемента: Элемент общего вида

Сталь: С255

Длина элемента 3,75 м

Предельная гибкость для сжатых элементов: 180 - 60a

Предельная гибкость для растянутых элементов: 400

Коэффициент условий работы 1

Количество закреплений сжатого пояса в пролете	Вид нагрузки в пролете	Эпюра M	Пояс, к которому приложена нагрузка
Без закреплений	Равномерно распределенная		Сжатый

Коэффициент надежности по ответственности 1

Дополнительные коэффициенты условий работы	
Расчет на прочность при сейсмике	0
Расчет на устойчивость при сейсмике	0
При особых (не сейсмических) воздействиях	1
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

Неупругая работа сечения не допускается

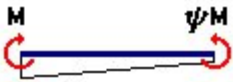
Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OZ_1$  1

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OY_1$  1

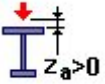
Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба:

коэффициент к геометрической длине = 1

Тип эпюры моментов



Положение нагрузки



Расстояние между раскреплениями из плоскости изгиба:

коэффициент к геометрической длине = 1

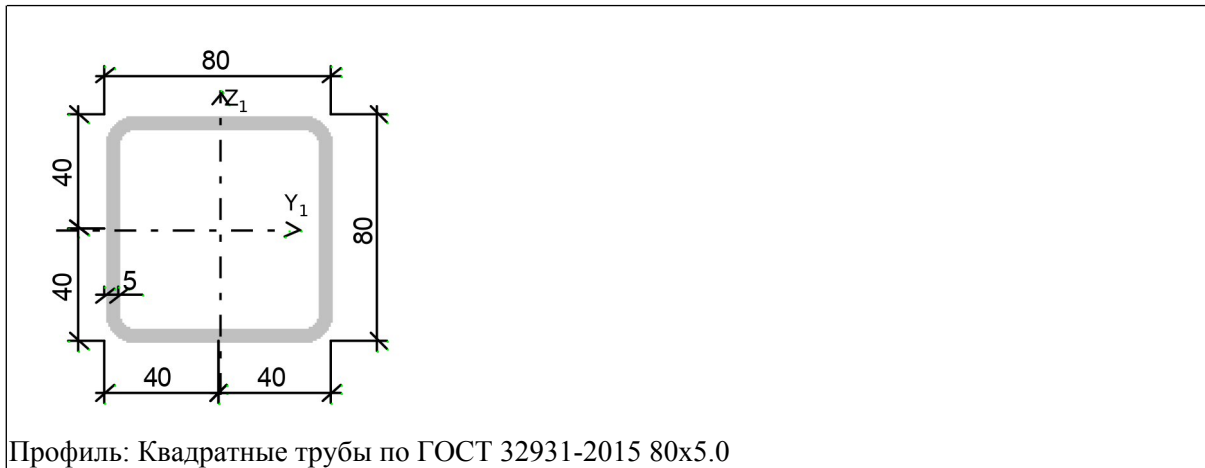
Коэффициенты расчетной длины, зависящие от условий закреплений опорных сечений:

поворот из плоскости изгиба = 1

депланация = 1

Соотношение конечных моментов  $\eta = 0$

**Сечение**



Профиль: Квадратные трубы по ГОСТ 32931-2015 80x5.0

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента $M_y$	0,02	L1+L2+0.9*L3+L4+L6
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы $Q_z$	$2,4 \cdot 10^{-003}$	L1+L2+0.9*L3+L4+L6
п. 9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	0,02	L1+L2+0.9*L3+L4+L6
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOY (XOU)	$1,94 \cdot 10^{-004}$	L1+L2-L4+L6
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOZ (XOV)	$1,94 \cdot 10^{-004}$	L1+L2-L4+L6
п. 7.1.1	Прочность при центральном сжатии/растяжении	$9,66 \cdot 10^{-005}$	L1+L2+0.9*L3+L4+L6
п. 8.4.1	Устойчивость плоской формы изгиба	0,02	L1+L2+0.9*L3+L4+L6
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOY	0,83	L1+L2-L4+L6
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0,83	L1+L2-L4+L6

<b>Результаты расчета</b>	<b>Проверка</b>	<b>Коэффициент использования</b>	<b>Комбинация</b>
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	0,2	L1+L2-L4+L6
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	0,2	L1+L2-L4+L6

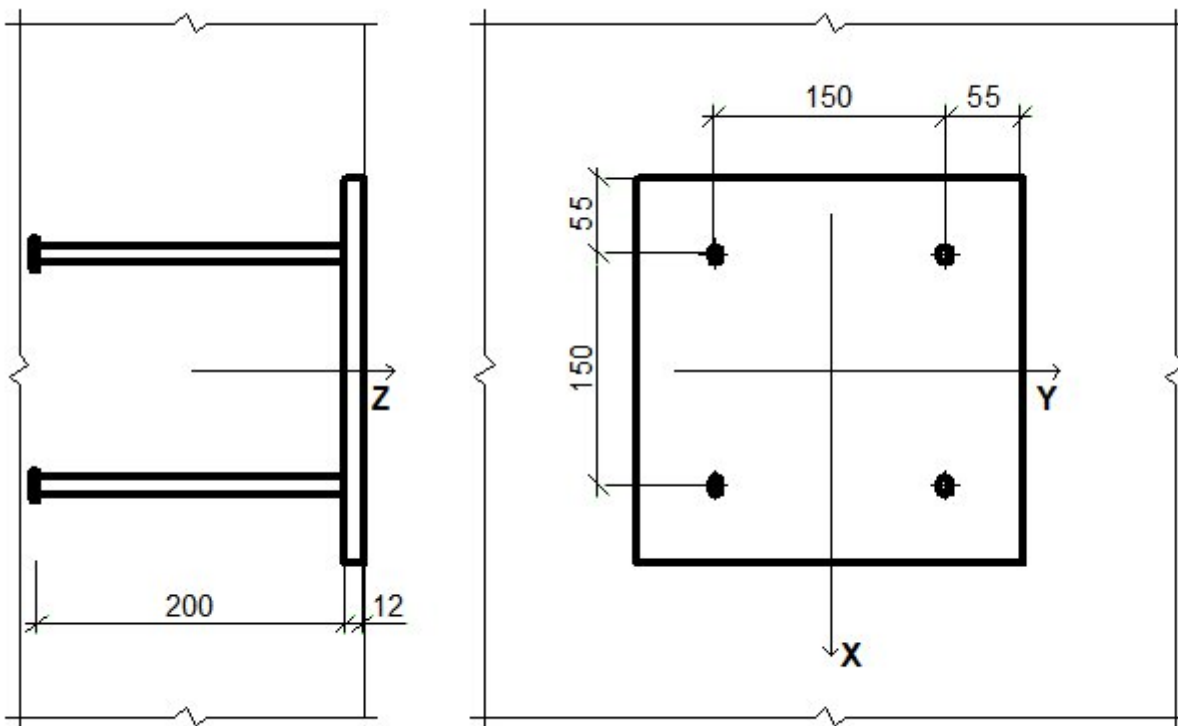
**Коэффициент использования 0,83 - Предельная гибкость в плоскости XOY**

## Закладные детали

Расчет выполнен по СП 63.13330.2018 с изменениями №1,2

Коэффициент надежности по ответственности  $g_n = 1$

### Схема детали



### Сталь

Расчетное сопротивление стали, из которой изготовлена пластина  $R_y = 23445,464$  Т/м<sup>2</sup>

### Анкеры

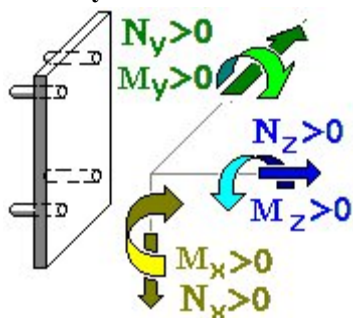
Класс арматуры А240

Диаметр 10 мм

Квадратные пластины усиления

a=30 мм

### Знаки усилий



### Бетон

Вид бетона: Тяжелый

Класс бетона: В25

Коэффициенты условий работы бетона		
$\gamma_{b1}$	учет нагрузок длительного действия	0,9
$\gamma_{b2}$	учет характера разрушения	1
$\gamma_{b3}$	учет вертикального положения при бетонировании	1
$\gamma_{b5}$	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

### Результаты расчета по комбинациям загружений

	$N_x$	$N_y$	$N_z$	$M_x$	$M_y$	$M_z$
	T	T	T	T*М	T*М	T*М
1	0	0	-1,7	0	0,5	0

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 4.2 Рекомендаций	Прочность наиболее напряженного анкера	0,376
п. 10.3.24 СП 63.13330	Длина заделки нормального растянутого анкера	0,5
п. 4.12 Рекомендаций	Смятие под усилением анкера	0,102

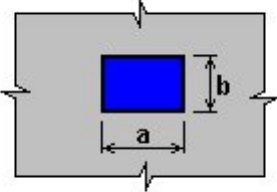
**Коэффициент использования 0,5 - Длина заделки нормального растянутого анкера**

## Местное сжатие

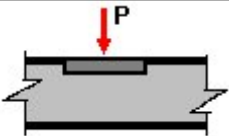
Расчет выполнен по СП 63.13330.2018 с изменениями №1,2

Коэффициент надежности по ответственности  $g_n = 1$

### Схема нагружения

<p>Местная нагрузка вдали от краев элемента</p> 	<p><math>a = 260 \text{ мм}</math> <math>b = 260 \text{ мм}</math></p>
---	--

### Расчетная нагрузка

	<p><math>P = 1,7 \text{ Т}</math> Распределение нагрузки - равномерное</p>
--	--

### Бетон

Вид бетона: Тяжелый

Класс бетона: В25

Коэффициенты условий работы бетона		
$g_{b1}$	учет нагрузок длительного действия	0,9
$g_{b2}$	учет характера разрушения	1
$g_{b3}$	учет вертикального положения при бетонировании	1
$g_{b5}$	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Результаты расчета		
Проверено по СНиП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.44 СП 63.13330	Прочность из условий местного сжатия для неармированного сечения	0,009

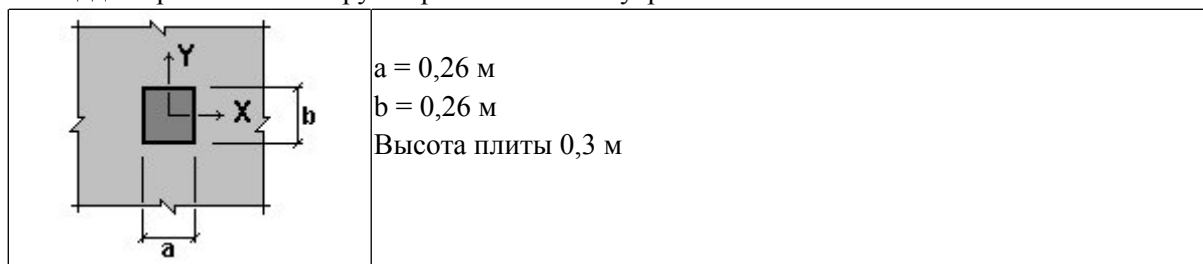
**Коэффициент использования 0,009 - Прочность из условий местного сжатия для неармированного сечения**

## Продавливание

Расчет выполнен по СП 63.13330.2018 с изменениями №1,2

Коэффициент надежности по ответственности  $g_n = 1$

Площадка приложения нагрузки расположена внутри элемента



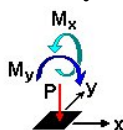
### Бетон

Вид бетона: Тяжелый

Класс бетона: В25

Коэффициенты условий работы бетона		
$g_{b1}$	учет нагрузок длительного действия	0,9
$g_{b2}$	учет характера разрушения	1
$g_{b3}$	учет вертикального положения при бетонировании	1
$g_{b5}$	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

### Знаки усилий



### Результаты расчета по комбинациям загрузжений

	P	$M_x$	$M_y$
	T	$T^*M$	$T^*M$
1	1,7	0,4	0,4

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.49	прочность на продавливание бетонного элемента при действии сосредоточенной силы и изгибающих моментов с векторами вдоль осей X, Y	0,052

**Коэффициент использования 0,052 - прочность на продавливание бетонного элемента при действии сосредоточенной силы и изгибающих моментов с векторами вдоль осей X, Y**

## Расчет узла сопряжения колонна-балка

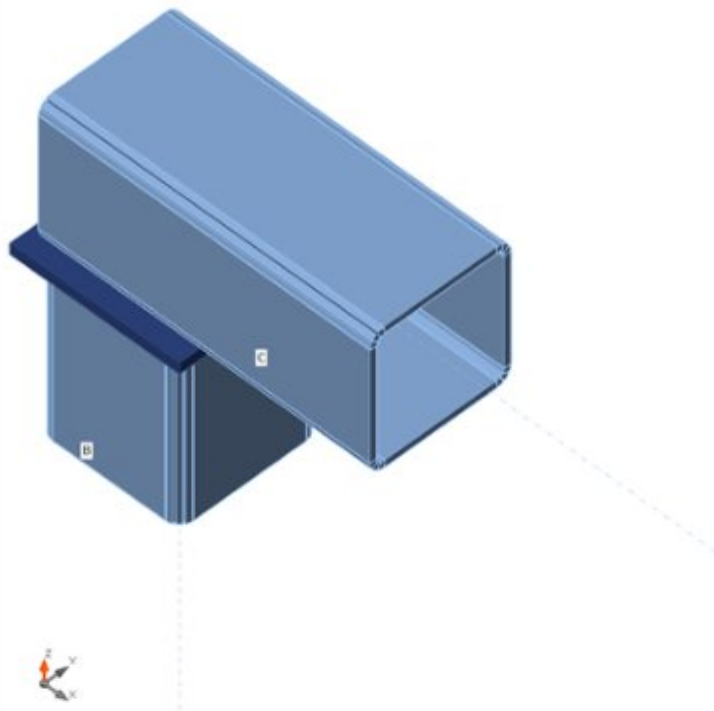
### Элемент проекта CON1

#### Исполнение

Имя	CON1
Описание	
Расчёт	Напряжения, деформации/ упрощённое задание нагрузок

#### Балки и колонны

Имя	Сечение	$\beta$ - Направление [°]	$\gamma$ - Наклон [°]	$\alpha$ - Вращение [°]	ex - Смещение [mm]	ey - Смещение [mm]	ez - Смещение [mm]	Приложение сил
C	5 - 100 x 5	0,0	0,0	0,0	-50	0	0	Узел
B	5 - 100 x 5	0,0	90,0	0,0	0	0	0	Узел



#### Сечения

Имя	Материал
5 - 100 x 5	C255

#### Загрузки (равновесие не требуется)

Имя	Member	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
LE1	C	0,0	0,0	-14,0	0,0	0,0	0,0

Проект:  
 Проект №:  
 Автор :

## Проверка

### Краткий отчёт

Имя	Значение	Статус проверки
Расчёт	100,0%	OK
Пластины	0,0 < 5,0%	OK
Сварные швы	48,5 < 100%	OK
Устойчивость	74,43	
GMNA	Вычислено	

### Пластины

Имя	R <sub>y</sub> [MPa]	Толщина [mm]	Нагрузки	σ [MPa]	ε <sub>p1</sub> [%]	σ <sub>CEd</sub> [MPa]	Статус проверки
C	248,8	5,0	LE1	187,5	0,0	0,0	OK
B	248,8	5,0	LE1	52,5	0,0	0,0	OK
EP1	248,8	8,0	LE1	52,0	0,0	0,0	OK

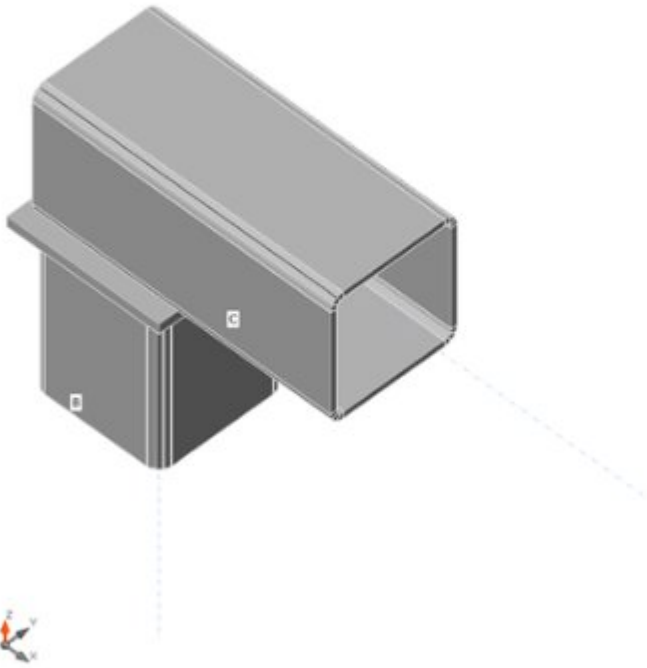
### Данные проекта

Материал	R <sub>y</sub> [MPa]	ε <sub>lim</sub> [%]
C255	248,8	5,0

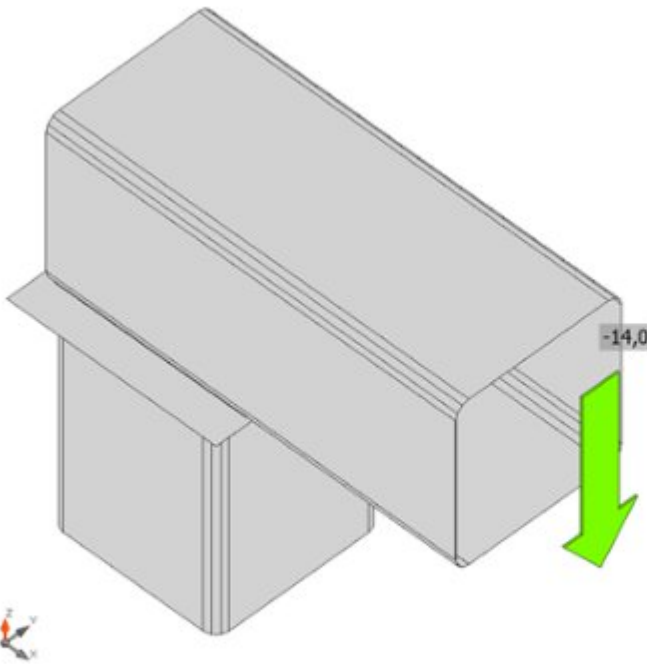
### Пояснения к символам

ε<sub>p1</sub>      Относительная деформация  
 σ          Среднее напряжение в бетоне  
 R<sub>y</sub>        Предел текучести  
 ε<sub>lim</sub>      Предельная пластическая деформация

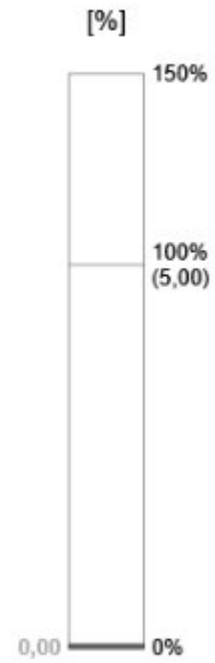
Проект:  
Проект №:  
Автор :



Общая проверка, LE1



Проверка по деформациям, LE1



## Сечения сварных швов

Элемент	Край	Электрод	$k_f$ [mm]	$l$ [mm]	$l_{we}$ [mm]	Нагрузки	$N$ [kN]	$U_{twm}$ [%]	$U_{tbm}$ [%]	Конструирование	Статус
EP1	C-w 1	Э50	▲5,0	109	9	LE1	3,9	44,9	48,5	OK	OK
EP1	C-w 1	Э50	▲5,0	109	9	LE1	3,9	44,9	48,5	OK	OK
EP1	B	Э50	▲6,0	367	10	LE1	2,0	17,9	19,4	OK	OK

### Пояснения к символам

$k_f$	Катет сварного шва
$l$	Фактическая длина сварного шва
$l_{we}$	Расчётная длина элемента сварки
$N$	Усилие сдвига в элементе сварки
$U_{twm}$	Кисп по металлу шва
$U_{tbm}$	Кисп по металлу границы сплавления

### Подробные результаты для EP1 / C-w 1

#### Проверка прочности по металлу шва (СП 16 - П.14.1)

$$\frac{N}{\beta_f \cdot k_f \cdot l_{we} \cdot R_{wf} \cdot \gamma_c} = 0,45 \leq 1,0$$

Где:

$N = 3,9$  кН – усилие сдвига в элементе сварки

$\beta_f = 0,90$  – коэф-т по металлу шва

$k_f = 5$  мм – катет сварного шва

$l_{we} = 9$  мм – расчётная длина элемента сварки

- $l_{we} = \frac{l_w}{\gamma} \cdot l_e$ , где:
  - $l_w = l - 10$  мм = 99 мм – расчётная длина сварного шва
  - $l = 109$  мм – фактическая длина сварного шва
  - $l_e = 10$  мм – фактическая длина элемента сварки

$R_{wf} = 215,6$  МПа – расчётное сопротивление сварного соединения по металлу шва

- $R_{wf} = 0,55 \cdot \frac{R_{wmn}}{\gamma_{wm}}$ , где:
  - $R_{wmn} = 490,0$  МПа – нормативное сопротивление металла швов сварных соединений с угловыми швами
  - $\gamma_{wm} = 1,25$  – коэф-т надёжности по металлу шва

$\gamma_c = 1,00$  – коэф-т условий работы

Проект:  
 Проект №:  
 Автор :

**Проверка прочности по металлу границы сплавления (СП 16 - п.14.1)**

$$\frac{N}{\beta_z \cdot k_f \cdot l_{we} \cdot R_{wz} \cdot \gamma_c} = 0,49 \leq 1,0$$

Где:

- $N = 3,9 \text{ kN}$  – усилие сдвига в элементе сварки
- $\beta_z = 1,05$  – коэф-т по металлу границы сплавления
- $k_f = 5 \text{ mm}$  – катет сварного шва
- $l_{we} = 9 \text{ mm}$  – расчётная длина элемента сварки

- $l_{we} = \frac{l_w}{\gamma_c} \cdot l_e$ , где:
  - $l_w = l - 10 \text{ mm} = 99 \text{ mm}$  – расчётная длина сварного шва
  - $l = 109 \text{ mm}$  – фактическая длина сварного шва
  - $l_e = 10 \text{ mm}$  – фактическая длина элемента сварки

$R_{wz} = 171,0 \text{ MPa}$  – расчётное сопротивление сварного соединения по металлу границы сплавления

- $R_{wz} = 0,45 \cdot R_{un}$ , где:
  - $R_{un} = 380,0 \text{ MPa}$  – нормативное временное сопротивление стали свариваемых деталей

$\gamma_c = 1,00$  – коэф-т условий работы

**Устойчивость**

Нагрузки	Форма	Коэф-т [-]
LE1	1	74,43
	2	75,93
	3	80,80
	4	91,45
	5	122,33
	6	135,79

**Настройки норм**

Элемент	Значение	Ед. изм.	Ссылка
Останавливать на предельной деформации	Нет		
Конструирование	Да		СП 16 - п.14.1.7, Табл. 38, 40
Преднапряжённые болты - коэф-т трения $\mu$	0,35	-	СП 16 - Таблица 42
Тип нагрузки на болты	Static		СП 16 - Таблица 42
Тип сварки	Автом. и мех. (d = 1,4-2,0 мм)		СП 16 - Таблица 39
Длина анкерки для вычисления жёсткости [d]	8	-	EN 1993-1-8 - Table 6.11
Коэф-т условий работы, $\gamma_c$	1,00	-	СП 16 - Таблица 1
Предельная пластическая деформация	0,05	-	EN 1993-1-5 - Cl.C.8
Проверка лок. пластич. деф-ий	Нет		

## Описание расчетной части

### Расчет металлических конструкций КАЗС

#### 1.1. Описание расчетной модели

Расчетная схема определена как система с признаком 5. Это означает, что рассматривается система общего вида, деформации которой и ее основные неизвестные представлены линейными перемещениями узловых точек вдоль осей X, Y, Z и поворотами вокруг этих осей.

Выбранный режим статического расчета.

Статический расчет системы выполнен в линейной постановке.

Общий вид расчётной модели здания см. рис. 1.

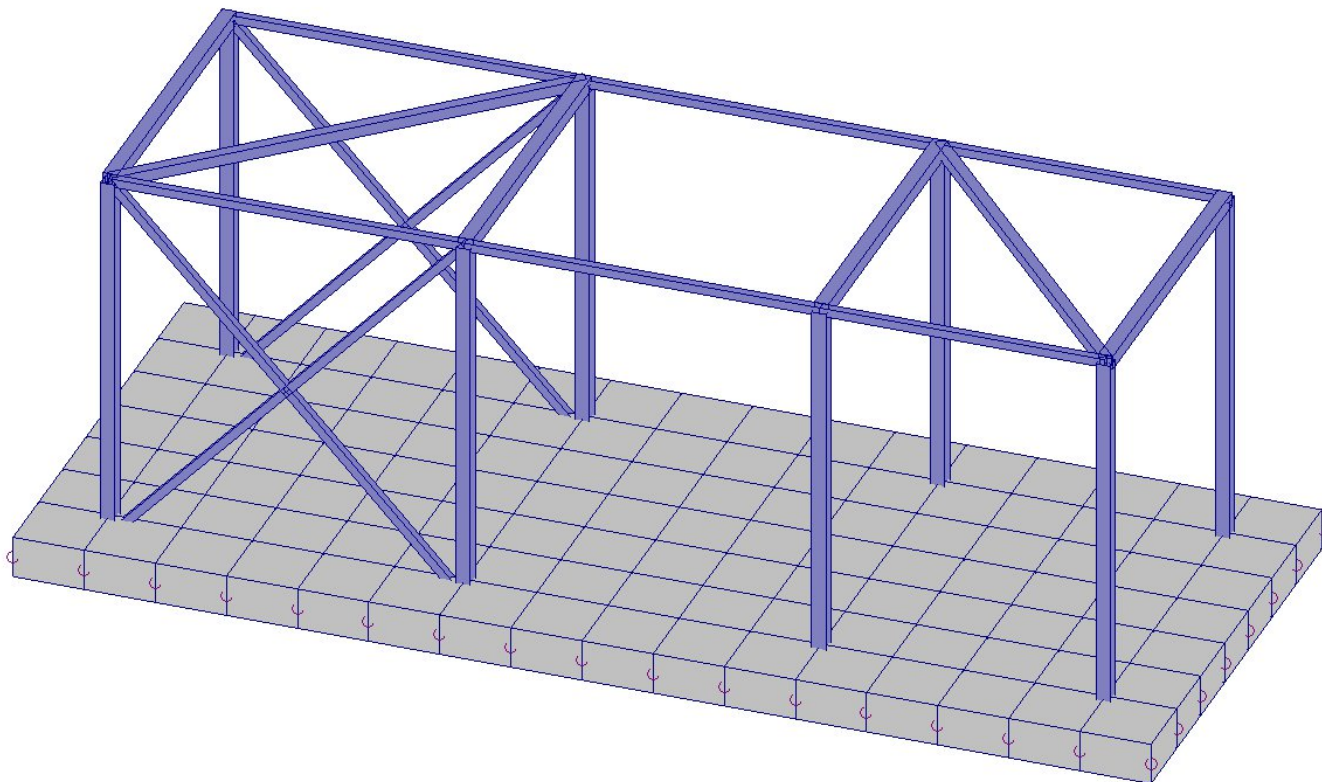


Рис.1. Общий вид расчётной модели

## 1.2. Граничные условия

Граничные условия заданы следующим образом. Колонны здания закреплены жестко по всем степеням свободы в обеих плоскостях.

## 1.3. Жесткости

Единицы измерения:

- Линейные размеры: м
- Размеры сечений: мм
- Силы: Т

Толщина пластин представлена в единицах измерения линейных размеров.

<b>Жесткости</b>		
Тип	Жесткость	Изображение
1	<p>Жесткость стержневых элементов - профиль металлопроката Каталог: Полный каталог профилей ГОСТ.. Семейство: Квадратные трубы по ГОСТ 32931-2015 Профиль: 100x5.0</p> <p>Модуль упругости <math>E = 21000000,77 \text{ Т/м}^2</math> Коэффициент Пуассона <math>\nu = 0,3</math> Объемный вес <math>\gamma = 7,85 \text{ Т/м}^3</math> Коэффициент температурного расширения <math>\alpha = 1,2e-005</math> Продольная жесткость <math>EF = 38556 \text{ Т}</math> Изгибная жесткость (ось Y) <math>EI_y = 56,93 \text{ Т*м}^2</math> Изгибная жесткость (ось Z) <math>EI_z = 56,93 \text{ Т*м}^2</math> Сдвиговая жесткость (ось Y) <math>GF_y = 6463,92 \text{ Т}</math> Сдвиговая жесткость (ось Z) <math>GF_z = 6463,92 \text{ Т}</math> Крутильная жесткость <math>GI_{кр} = 34,62 \text{ Т*м}^2</math> Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U) <math>a_{y+} = 2,95 \text{ см}</math> Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U) <math>a_{y-} = 2,95 \text{ см}</math> Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V) <math>a_{z+} = 2,95 \text{ см}</math> Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V) <math>a_{z-} = 2,95 \text{ см}</math></p>	
2	<p>Жесткость стержневых элементов - профиль металлопроката Каталог: Полный каталог профилей ГОСТ.. Семейство: Квадратные трубы по ГОСТ 32931-2015 Профиль: 120x5.0</p> <p>Модуль упругости <math>E = 21000000,77 \text{ Т/м}^2</math> Коэффициент Пуассона <math>\nu = 0,3</math> Объемный вес <math>\gamma = 7,85 \text{ Т/м}^3</math> Коэффициент температурного расширения <math>\alpha = 1,2e-005</math> Продольная жесткость <math>EF = 46956 \text{ Т}</math> Изгибная жесткость (ось Y) <math>EI_y = 101,95 \text{ Т*м}^2</math> Изгибная жесткость (ось Z) <math>EI_z = 101,95 \text{ Т*м}^2</math> Сдвиговая жесткость (ось Y) <math>GF_y = 7901,47 \text{ Т}</math> Сдвиговая жесткость (ось Z) <math>GF_z = 7901,47 \text{ Т}</math> Крутильная жесткость <math>GI_{кр} = 61,42 \text{ Т*м}^2</math> Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U) <math>a_{y+} = 3,62 \text{ см}</math> Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U) <math>a_{y-} = 3,62 \text{ см}</math> Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V) <math>a_{z+} = 3,62 \text{ см}</math></p>	

Жесткости		
Тип	Жесткость	Изображение
	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси $Z(V) a_{v-} = 3,62$ см	
3	<p>Жесткость стержневых элементов - профиль металлопроката Каталог: Полный каталог профилей ГОСТ.. Семейство: Квадратные трубы по ГОСТ 32931-2015 Профиль: 60x5.0</p> <p>Модуль упругости <math>E = 21000000,77</math> Т/м<sup>2</sup> Коэффициент Пуассона <math>\nu = 0,3</math> Объемный вес <math>\gamma = 7,85</math> Т/м<sup>3</sup> Коэффициент температурного расширения <math>\alpha = 1,2e-005</math> Продольная жесткость <math>EF = 21756</math> Т Изгибная жесткость (ось Y) <math>EI_y = 10,6</math> Т*м<sup>2</sup> Изгибная жесткость (ось Z) <math>EI_z = 10,6</math> Т*м<sup>2</sup> Сдвиговая жесткость (ось Y) <math>GF_y = 3585,09</math> Т Сдвиговая жесткость (ось Z) <math>GF_z = 3585,09</math> Т Крутильная жесткость <math>GI_{кр} = 6,72</math> Т*м<sup>2</sup> Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси <math>Y(U) a_{u+} = 1,62</math> см Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси <math>Y(U) a_{u-} = 1,62</math> см Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси <math>Z(V) a_{v+} = 1,62</math> см Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси <math>Z(V) a_{v-} = 1,62</math> см</p>	
4	<p>Жесткость стержневых элементов - профиль металлопроката Каталог: Полный каталог профилей ГОСТ.. Семейство: Квадратные трубы по ГОСТ 32931-2015 Профиль: 80x5.0</p> <p>Модуль упругости <math>E = 21000000,77</math> Т/м<sup>2</sup> Коэффициент Пуассона <math>\nu = 0,3</math> Объемный вес <math>\gamma = 7,85</math> Т/м<sup>3</sup> Коэффициент температурного расширения <math>\alpha = 1,2e-005</math> Продольная жесткость <math>EF = 30156</math> Т Изгибная жесткость (ось Y) <math>EI_y = 27,6</math> Т*м<sup>2</sup> Изгибная жесткость (ось Z) <math>EI_z = 27,6</math> Т*м<sup>2</sup> Сдвиговая жесткость (ось Y) <math>GF_y = 5025,47</math> Т Сдвиговая жесткость (ось Z) <math>GF_z = 5025,47</math> Т Крутильная жесткость <math>GI_{кр} = 17,04</math> Т*м<sup>2</sup> Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси <math>Y(U) a_{u+} = 2,29</math> см Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси <math>Y(U) a_{u-} = 2,29</math> см Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси <math>Z(V) a_{v+} = 2,29</math> см Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси <math>Z(V) a_{v-} = 2,29</math> см</p>	
5	<p>Имя типа жесткости: <math>h=0.3</math> Жесткости пластин Модуль упругости <math>E = 3060000</math> Т/м<sup>2</sup> Коэффициент Пуассона <math>\nu = 0,2</math> Толщина <math>h = 0,3</math> м Объемный вес <math>\gamma = 2,5</math> Т/м<sup>3</sup> Коэффициент температурного расширения <math>\alpha = 1,e-005</math></p>	

Жесткости		
Тип	Жесткость	Изображение
6	Связь конечной жесткости $E_X = 100 \text{ Т/м}$ $E_Y = 100 \text{ Т/м}$	

Коэффициенты постели  
 Модель Пастернака

#### Список грунтов

	Наименование	Модуль деформации	Коэффициент Пуассона	Толщина слоя
		Т/м <sup>2</sup>		м
1	ИГЭ-2 Песок	2830	0,3	3

Коэффициент сжатия  $C_1 - 1269,872 \text{ Т/м}^3$

Коэффициент сдвига  $C_2 - 1088,462 \text{ Т/м}$

#### 1.4. Нагрузки и воздействия

При проектировании учтены нагрузки и воздействия на здания, которые были определены согласно СП 20.13330.2016 «СНиП 2.01.07 - 85 «Нагрузки и воздействия». Значения принятых нагрузок и коэффициентов представлены в табл. 2.

Табл. 2. Здание. Нагрузки и воздействия

Тип нагрузки	$P_n$	$\gamma_f$	$P$	$K_{\text{длит}}$	$K_1$
<b>Постоянные:</b>					
• с.в. несущих конструкции	SCAD*	1,05	SCAD*	-	1
• с.в. кровли	10	1,16	12	-	1
• С.в. ограждающих конструкций	10	1,2	12	-	1
<b>Временные:</b>					
<b>- кратковременные:</b>					
• снеговая	II снеговой район	1,4	II снеговой район	0,5	0,9
• ветровая	III ветровой район	1,4	III ветровой район	0	$\pm 0,9$

**примечание:** SCAD\* - нагрузка определяется программным комплексом автоматически;

**где:**  $P_n$  – нормативное значение нагрузки, кгс/м<sup>2</sup> (кроме оговоренных);

$\gamma_f$  – коэффициент надежности по нагрузке;

$P$  – расчетное значение нагрузки, кгс/м<sup>2</sup> (кроме оговоренных);

$K_{\text{длит}}$  – коэффициент перехода от полных значений кратковременной нагрузки к пониженным значениям временной нагрузки длительного действия (доля длительности);

### Параметры динамических воздействий

Общие данные: СП 14.13330.2018 Строительство в сейсмических районах. Изменение №2

Вид воздействия:  Сейсмические воздействия

Имя загрузки: сейсмика

Преобразование статических нагрузок в массы

Загрузка	Коэффициент
1 СВ	0,9
2 Крыша	0,9
3 Снег	0,5
6 Ограждения	0,9

Значения параметров взять из загрузки:

Страна	Шифр	Наименование
Россия	СП 31-114-2004	Правила проектирования жилых и общественных зданий
Россия	СП 14.13330.2011	Строительство в сейсмических районах (Актуализированная)
Россия	СП 14.13330.2014	Строительство в сейсмических районах (Актуализированная)
Россия	СП 14.13330.2018 с 1	Строительство в сейсмических районах (Актуализированная)
Россия	СП 14.13330.2018 с 1	Строительство в сейсмических районах (Актуализированная)
Россия	СП 358.1325800.2017	Сооружения гидротехнические. Правила проектирования и
Россия	МГСН 4.19.05	МГСН
Россия	НП-031-01	Нормы проектирования сейсмостойких атомных станций
Нидерланды	ПСИ 0-1-1-12-2006	Сейсмическое поведение зданий

Итерации подпространств

Ланцоша

Наискорейшего спуска

Выключение остаточных членов

Использовать согласованную матрицу масс

### Параметры динамических воздействий

Общие данные: СП 14.13330.2018 Строительство в сейсмических районах. Изменение №2

Направление вектора сейсмического воздействия: X 1 Y 0 Z 0

Расчетная ситуация:  Расчетное землетрясение - решение по линейно-спектральной методике

Коэффициент, учитывающий назначение сооружения и его ответственность (табл. 4.2): 1

Коэффициент, учитывающий допуск земельные повреждения (табл. 5.2): 0,22

Коэффициент, учитывающий рассеивание энергии колебаний (табл. 5.3): 1,3

Категория грунта: II категория

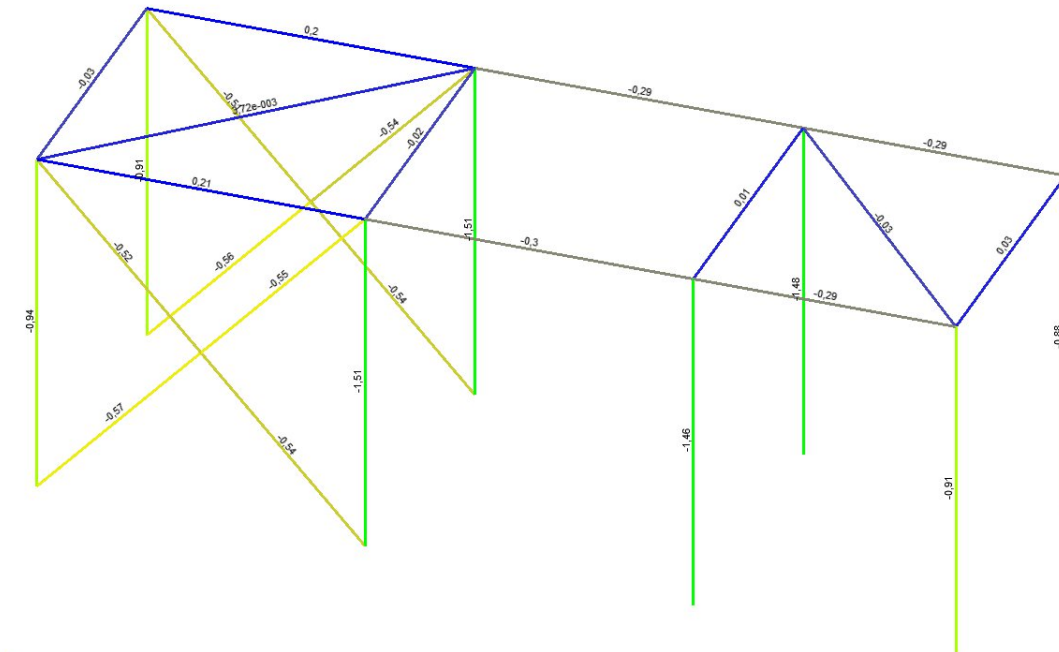
Поправочный коэффициент: 1

Учет нелинейного деформирования грунтов

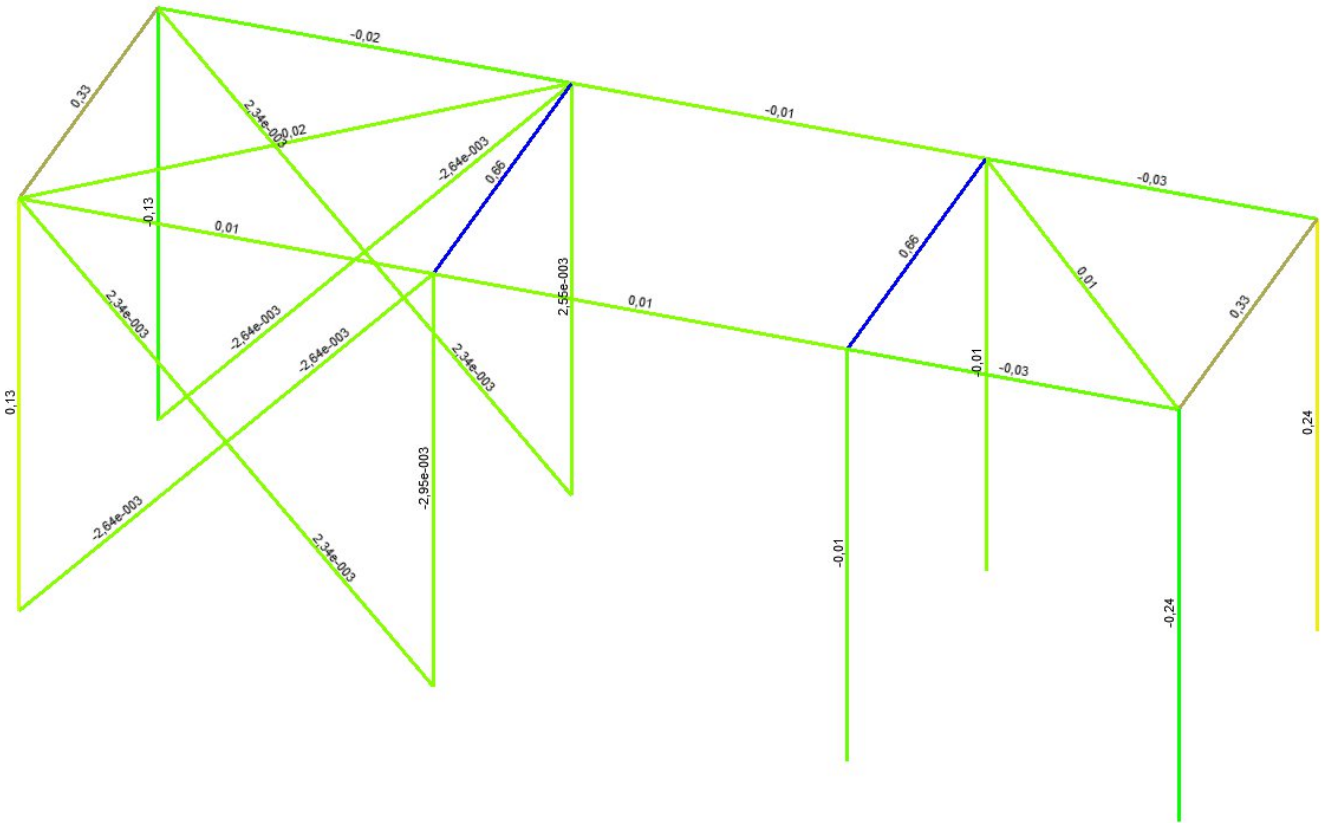
Сейсмичность: 8 баллов

Учет близости частот (формула 5.9)

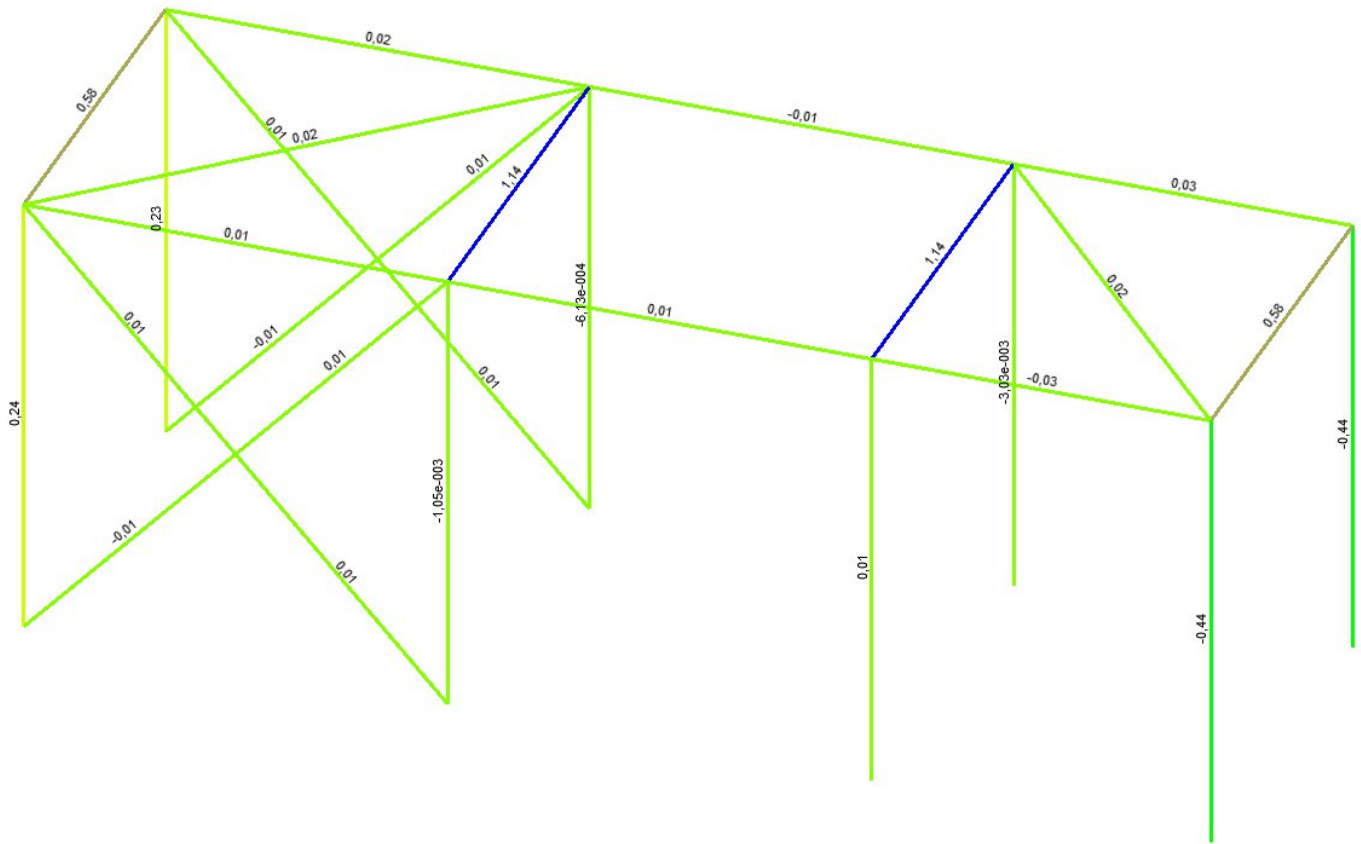
#### 1.4.1. Результаты расчета. Эпюры от расчетных сочетаний усилий



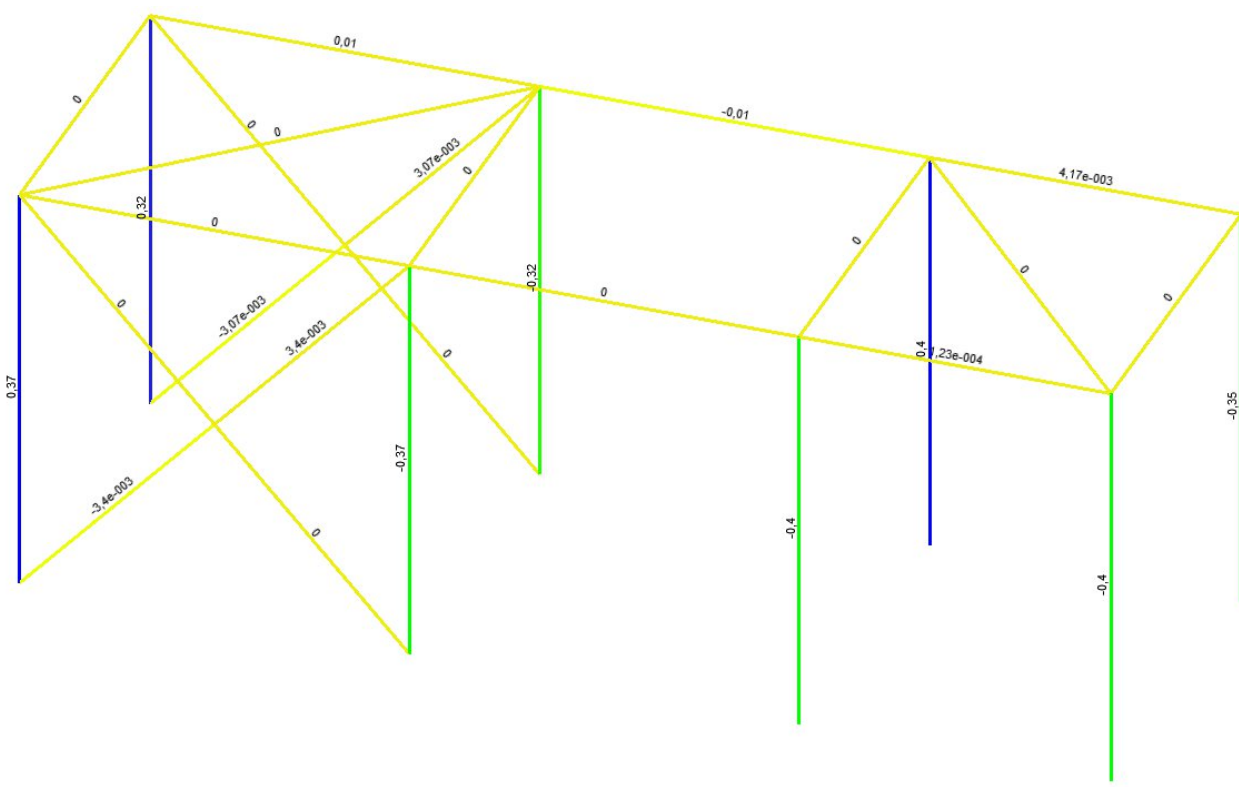
Усилия N, металлического каркаса, тс



Момент  $M_u$ , металлического каркаса, тс\*м

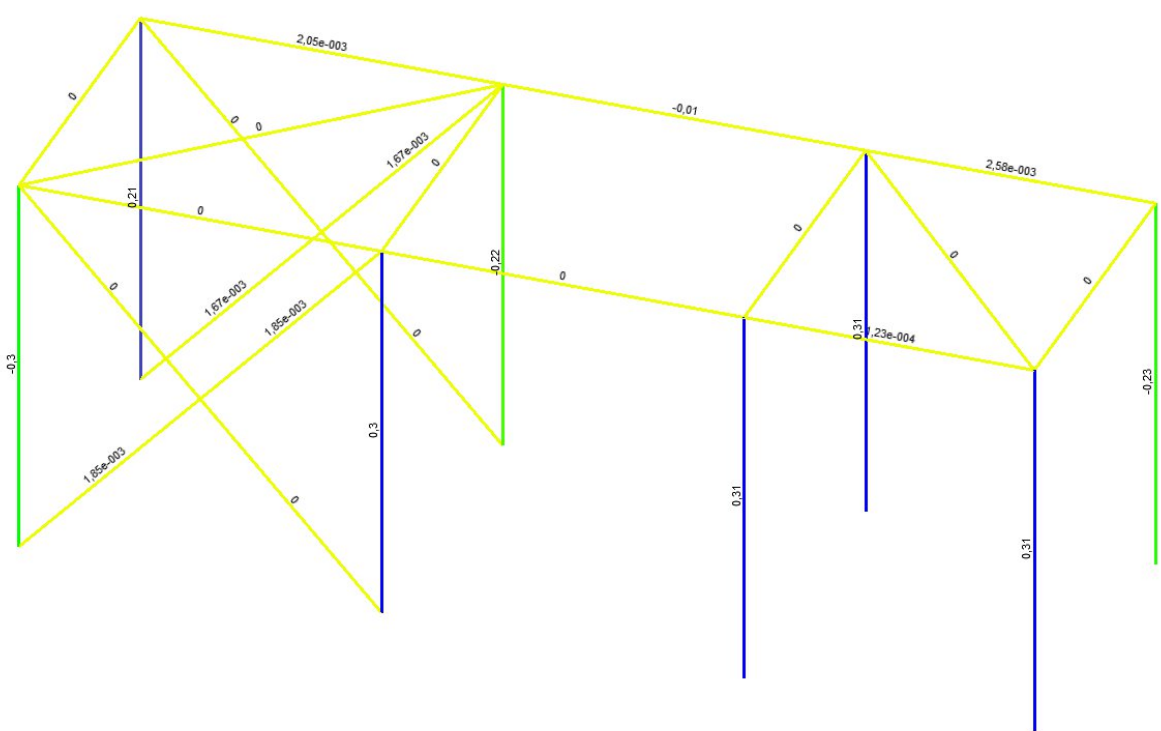


Усилия  $Q_z$ , металлического каркаса, тс



z

Момент  $M_z$ , металлического каркаса, тс\*м



z

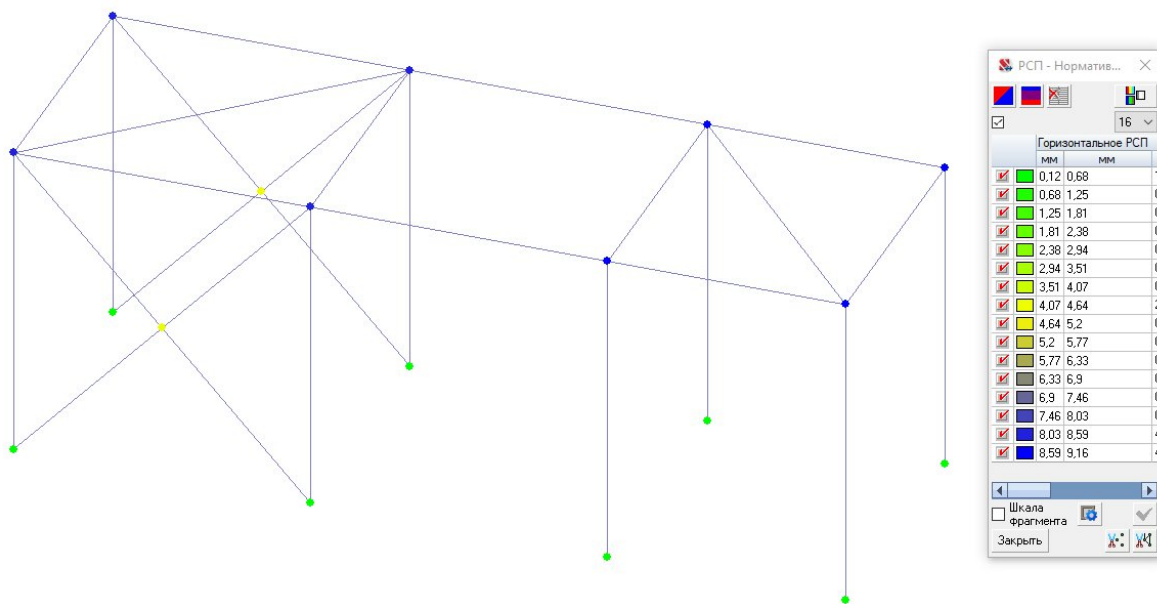
Усилия  $Q_y$ , металлического каркаса, тс

## 1.5. Основные результаты расчета

### Перемещения

Горизонтальные перемещения:

Перемещение верха колонн здания по оси Y при совместном воздействии вертикальных и горизонтальных нагрузок составляет  $f = 9,2$  мм и не превышает предельно допустимого значения ( $f < 1/150 = 2700/150 = 18$  мм).

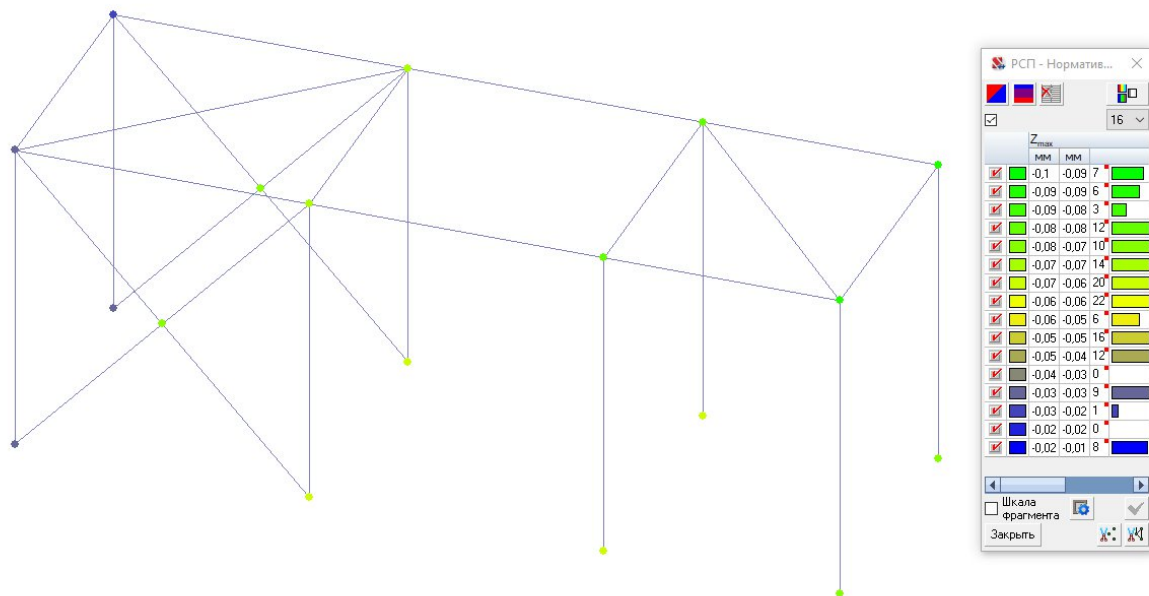


Горизонтальные перемещения

Прогиб балки:

Допустимое значение прогиба согласно СП 20.13330.2016 составляет  $2800/150=15,3$  мм.

Максимальный прогиб балки равен 0,1 мм, что не превышает допустимого значения.



Вертикальные перемещения



**Результаты экспертизы стальных конструкций  
Расчет выполнен по СП 16.13330.2017 с изменениями №1,2**

**Конструктивная группа колонны. Элемент № 1**

Тип элемента: Стойка

Сталь: С255

Длина элемента 2,7 м

Предельная гибкость для сжатых элементов: 180 - 60a

Предельная гибкость для растянутых элементов: 400

Коэффициент условий работы 1

Количество закреплений сжатого пояса в пролете	Вид нагрузки в пролете	Эпюра М	Пояс, к которому приложена нагрузка
Без закреплений	Равномерно распределенная		Сжатый

Коэффициент надежности по ответственности 1

Дополнительные коэффициенты условий работы	
Расчет на прочность при сейсмике	0
Расчет на устойчивость при сейсмике	0
При особых (не сейсмических) воздействиях	1
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

Неупругая работа сечения не допускается

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OZ_1$  1,17

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OY_1$  1,17

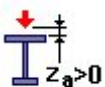
Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба:

коэффициент к геометрической длине = 1

Тип эпюры моментов



Положение нагрузки



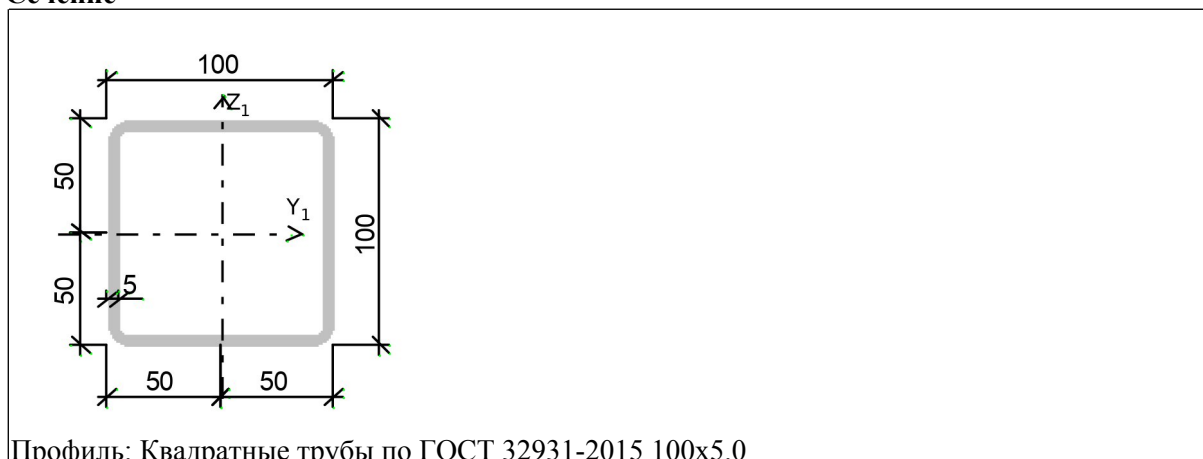
Расстояние между раскреплениями из плоскости изгиба:

коэффициент к геометрической длине = 1

Коэффициенты расчетной длины, зависящие от условий закреплений опорных сечений:

поворот из плоскости изгиба = 1  
депланация = 1  
Соотношение концевых моментов  $y = 0$

**Сечение**



Профиль: Квадратные трубы по ГОСТ 32931-2015 100x5.0

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента $M_y$	0,09	L1+L2+L5+L6
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента $M_z$	0,24	L1+L2+0.9*L3+L4+L6
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы $Q_y$	0,02	L1+L2+0.9*L3+L4+L6
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы $Q_z$	0,02	L1+L2+L5+L6
п. 9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	0,26	L1+L2+0.9*L3-L4+L6
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOY (XOU)	0,03	L1+L2+L3+0.9*L5+L6
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOZ (XOV)	0,03	L1+L2+L3+0.9*L5+L6
пп. 9.2.2, 9.2.10	Устойчивость в плоскости действия момента $M_y$ при внецентренном сжатии	0,02	0.9*L1+0.9*L2+0.5*L3+0.9*L6+L7
пп. 9.2.8, 9.2.10, 9.3.1, 9.3.2	Устойчивость в плоскости действия момента $M_z$ при внецентренном сжатии	$3,25 \cdot 10^{-003}$	L1+L2-L5+L6
пп. 9.2.9, 9.2.10, 9.3.1, 9.3.2	Устойчивость при сжатии с изгибом в двух плоскостях	0,12	L1+L2+0.9*L3+L5+L6
пп. 9.2.4, 9.2.5, 9.2.8, 9.2.10	Устойчивость из плоскости действия момента $M_y$ при внецентренном сжатии	0,02	L1+L2+0.9*L3-L4+L6
пп. 9.2.4, 9.2.5, 9.2.8, 9.2.10, 9.3.1, 9.3.2	Устойчивость из плоскости действия момента $M_z$ при внецентренном сжатии	$3,27 \cdot 10^{-003}$	L1+L2-L5+L6
п. 8.4.1	Устойчивость плоской формы изгиба	0,24	L1+L2-L4+L6
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOY	0,55	L1+L2+L4+L6
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0,55	L1+L2+L4+L6
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	0,28	0.9*L1+0.9*L2+0.9*L6-L7
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	0,36	0.9*L1+0.9*L2+0.9*L6-L7


**Коэффициент использования 0,55 - Предельная гибкость в плоскости XOY**

## Конструктивная группа Балки. Элемент № 5

Тип элемента: Балка

Сталь: С255

Длина элемента 2,3 м

Количество закреплений сжатого пояса в пролете	Вид нагрузки в пролете	Эпюра М	Пояс, к которому приложена нагрузка
Без закреплений	Равномерно распределенная		Сжатый

Коэффициент надежности по ответственности 1

Дополнительные коэффициенты условий работы	
Расчет на прочность при сейсмике	0
Расчет на устойчивость при сейсмике	0
При особых (не сейсмических) воздействиях	1
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

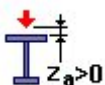
Неупругая работа сечения не допускается

Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба:  
коэффициент к геометрической длине = 1

Тип эпюры моментов



Положение нагрузки



Расстояние между раскреплениями из плоскости изгиба:

коэффициент к геометрической длине = 1

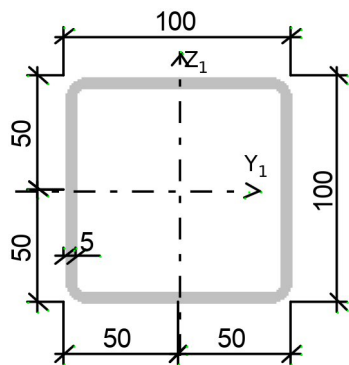
Коэффициенты расчетной длины, зависящие от условий закрепления опорных сечений:

поворот из плоскости изгиба = 1

депланация = 1

Соотношение конечных моментов  $\eta = 0$

**Сечение**



Профиль: Квадратные трубы по ГОСТ 32931-2015 100x5.0

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы	0,1	L1+L2+L3+0.9*L5+L6
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента	0,5	0.9*L1+0.9*L2+0.5*L3+0.9*L6-L7
п. 8.4.1	Устойчивость плоской формы изгиба при действии момента	0,5	0.9*L1+0.9*L2+0.5*L3+0.9*L6-L7
п. 8.2.1	Прочность по приведенным напряжениям при одновременном действии изгибающего момента и поперечной силы	0,34	0.9*L1+0.9*L2+0.5*L3+0.9*L6-L7
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	0,16	0.9*L1+0.9*L2+0.5*L3+0.9*L6-L7
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	0,26	0.9*L1+0.9*L2+0.5*L3+0.9*L6-L7

**Коэффициент использования 0,5 - Прочность при действии изгибающего момента**

## Конструктивная группа Распорки Р1

### Конструктивная группа распорки. Элемент № 7

Тип элемента: Элемент общего вида

Сталь: С255

Длина элемента 2,5 м

Предельная гибкость для сжатых элементов: 180 - 60a

Предельная гибкость для растянутых элементов: 400

Коэффициент условий работы 1

Количество закреплений сжатого пояса в пролете	Вид нагрузки в пролете	Эпюра М	Пояс, к которому приложена нагрузка
Без закреплений	Равномерно распределенная		Сжатый

Коэффициент надежности по ответственности 1

Дополнительные коэффициенты условий работы	
Расчет на прочность при сейсмике	0
Расчет на устойчивость при сейсмике	0
При особых (не сейсмических) воздействиях	1
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

Неупругая работа сечения не допускается

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OZ_1$  1

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OY_1$  1

Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба:

коэффициент к геометрической длине = 1

Тип эпюры моментов



Положение нагрузки



Расстояние между раскреплениями из плоскости изгиба:

коэффициент к геометрической длине = 1

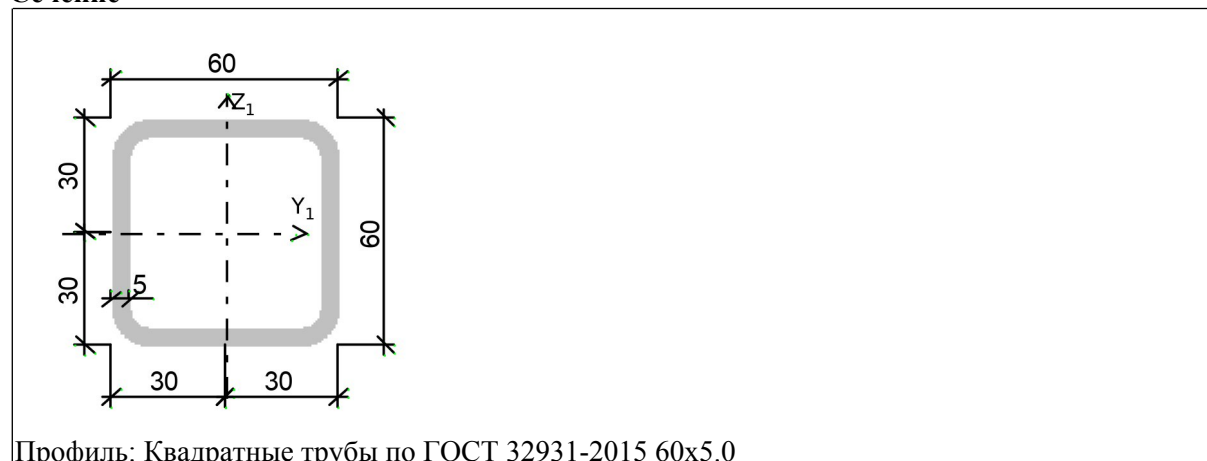
Коэффициенты расчетной длины, зависящие от условий закреплений опорных сечений:

поворот из плоскости изгиба = 1

депланация = 1

Соотношение концевых моментов  $\gamma = 0$

**Сечение**



Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента $M_y$	0,02	L1+L2+L3-0.9*L5+L6
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы $Q_z$	$1,61 \cdot 10^{-003}$	L1+L2+L3-0.9*L5+L6
п. 9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	0,02	L1+L2+L3-0.9*L5+L6
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOY (XOU)	0,01	0.9*L1+0.9*L2+0.9*L6+L7
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOZ (XOV)	0,01	0.9*L1+0.9*L2+0.9*L6+L7
пп. 9.2.2, 9.2.10	Устойчивость в плоскости действия момента $M_y$ при внецентренном сжатии	0,02	0.9*L1+0.9*L2+0.9*L6+L7
пп. 9.2.4, 9.2.5, 9.2.8, 9.2.10	Устойчивость из плоскости действия момента $M_y$ при внецентренном сжатии	0,02	0.9*L1+0.9*L2+0.9*L6+L7
п. 7.1.1	Прочность при центральном сжатии/растяжении	0,01	L1+L2+L3-0.9*L5+L6
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOY	0,75	L1+L2+L5+L6
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0,75	L1+L2+L5+L6
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	0,14	L1+L2+L5+L6
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	0,14	L1+L2+L5+L6

**Коэффициент использования 0,75 - Предельная гибкость в плоскости XOY**

## Конструктивная группа Вертикальные связи СВ1

Тип элемента: Элемент общего вида

Сталь: С255

Длина элемента 1,84 м

Предельная гибкость для сжатых элементов: 180 - 60a

Предельная гибкость для растянутых элементов: 400

Коэффициент условий работы 1

Количество закреплений сжатого пояса в пролете	Вид нагрузки в пролете	Эпюра М	Пояс, к которому приложена нагрузка
Без закреплений	Равномерно распределенная		Сжатый

Коэффициент надежности по ответственности 1

Дополнительные коэффициенты условий работы	
Расчет на прочность при сейсмике	0
Расчет на устойчивость при сейсмике	0
При особых (не сейсмических) воздействиях	1
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

Неупругая работа сечения не допускается

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OZ_1$  1

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OY_1$  1

Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба:

коэффициент к геометрической длине = 1

Тип эпюры моментов



Положение нагрузки



Расстояние между раскреплениями из плоскости изгиба:

коэффициент к геометрической длине = 1

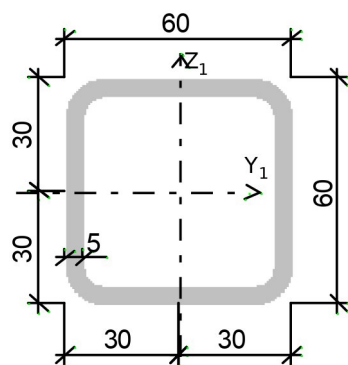
Коэффициенты расчетной длины, зависящие от условий закреплений опорных сечений:

поворот из плоскости изгиба = 1

депланация = 1

Соотношение концевых моментов  $\eta = 0$

## Сечение



Профиль: Квадратные трубы по ГОСТ 32931-2015 60x5.0

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента $M_y$	0,01	L1+L2+L5+L6
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы $Q_z$	$8,07 \cdot 10^{-004}$	L1+L2+L5+L6
п. 9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	0,03	L1+L2+0.9*L3-L5+L6
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOY (XOU)	0,03	L1+L2+0.9*L3-L5+L6
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOZ (XOV)	0,03	L1+L2+0.9*L3-L5+L6
пп. 9.2.2, 9.2.10	Устойчивость в плоскости действия момента $M_y$ при внецентренном сжатии	0,04	L1+L2+0.9*L3-L5+L6
пп. 9.2.4, 9.2.5, 9.2.8, 9.2.10	Устойчивость из плоскости действия момента $M_y$ при внецентренном сжатии	0,04	L1+L2+0.9*L3-L5+L6
п. 7.1.1	Прочность при центральном сжатии/растяжении	0,02	L1+L2+0.9*L3-L5+L6
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOY	0,56	L1+L2+0.9*L3-L5+L6
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0,56	L1+L2+0.9*L3-L5+L6
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	0,14	L1+L2+0.9*L3-L5+L6
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	0,14	L1+L2+0.9*L3-L5+L6

**Коэффициент использования 0,56 - Предельная гибкость в плоскости XOY**

## Горизонтальные связи

Тип элемента: Элемент общего вида

Сталь: С255

Длина элемента 3,4 м

Предельная гибкость для сжатых элементов: 180 - 60a

Предельная гибкость для растянутых элементов: 400

Коэффициент условий работы 1

Количество закреплений сжатого пояса в пролете	Вид нагрузки в пролете	Эпюра М	Пояс, к которому приложена нагрузка
Без закреплений	Равномерно распределенная		Сжатый

Коэффициент надежности по ответственности 1

Дополнительные коэффициенты условий работы	
Расчет на прочность при сейсмике	0
Расчет на устойчивость при сейсмике	0
При особых (не сейсмических) воздействиях	1
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

Неупругая работа сечения не допускается

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OZ_1$  1

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OY_1$  1

Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба:  
коэффициент к геометрической длине = 1

Тип эпюры моментов



Положение нагрузки



Расстояние между раскреплениями из плоскости изгиба:

коэффициент к геометрической длине = 1

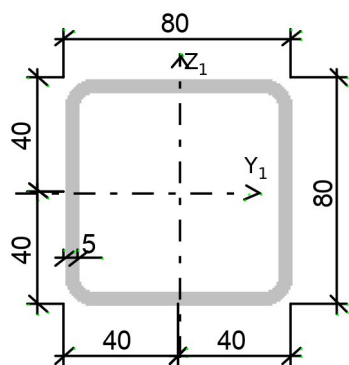
Коэффициенты расчетной длины, зависящие от условий закреплений опорных сечений:

поворот из плоскости изгиба = 1

депланация = 1

Соотношение концевых моментов  $\eta = 0$

**Сечение**



Профиль: Квадратные трубы по ГОСТ 32931-2015 80x5.0

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента $M_y$	0,02	L1+L2+0.9*L3+L4+L6
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы $Q_z$	$2,17 \cdot 10^{-003}$	L1+L2+0.9*L3+L4+L6
п. 9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	0,02	L1+L2+0.9*L3+L4+L6
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOY (XOU)	$1,72 \cdot 10^{-004}$	L1+L2-L4+L6
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOZ (XOV)	$1,72 \cdot 10^{-004}$	L1+L2-L4+L6
п. 7.1.1	Прочность при центральном сжатии/растяжении	$1,06 \cdot 10^{-004}$	L1+L2+0.9*L3+L4+L6
п. 8.4.1	Устойчивость плоской формы изгиба	0,02	L1+L2+0.9*L3+L4+L6
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOY	0,75	L1+L2-L4+L6
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0,75	L1+L2-L4+L6
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	0,2	L1+L2-L4+L6
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	0,2	L1+L2-L4+L6

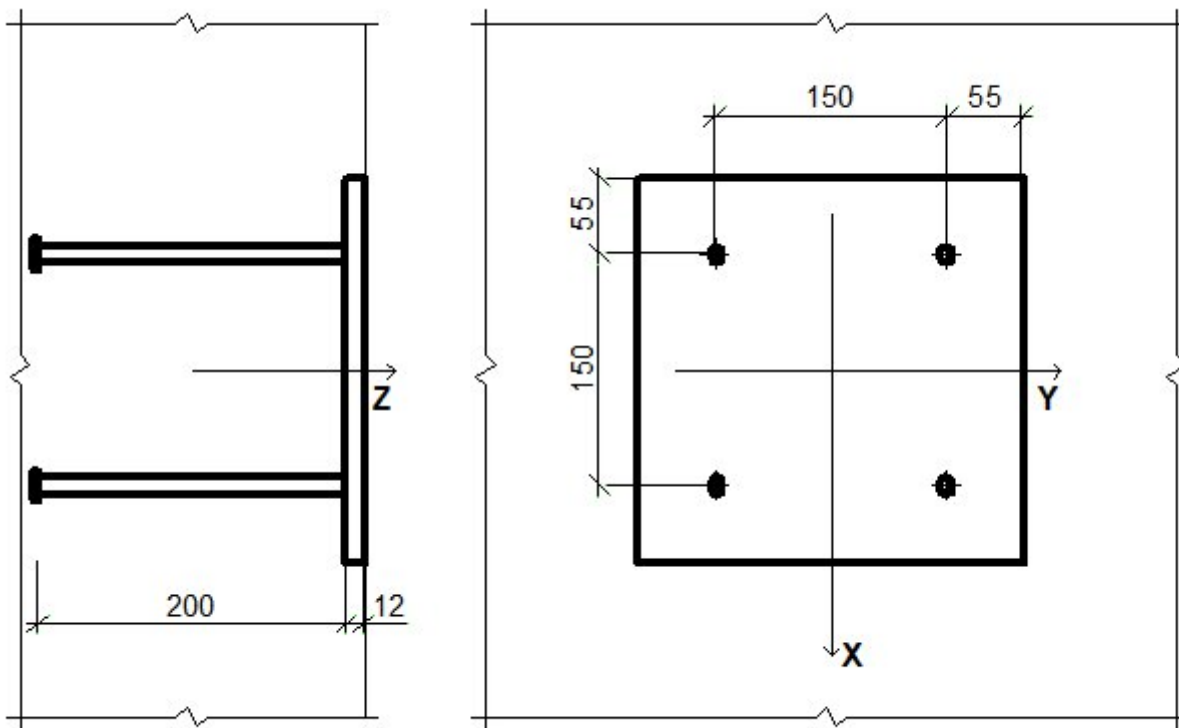
**Коэффициент использования 0,75 - Предельная гибкость в плоскости XOY**

## Закладные детали

Расчет выполнен по СП 63.13330.2018 с изменениями №1,2

Коэффициент надежности по ответственности  $g_n = 1$

### Схема детали



### Сталь

Расчетное сопротивление стали, из которой изготовлена пластина  $R_y = 23445,464$  Т/м<sup>2</sup>

### Анкеры

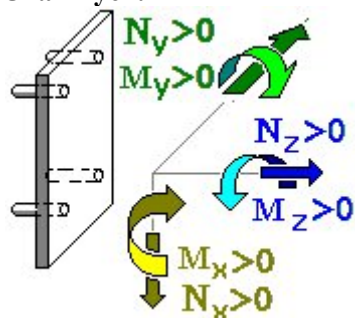
Класс арматуры А240

Диаметр 10 мм

Квадратные пластины усиления

$a=30$  мм

### Знаки усилий



### Бетон

Вид бетона: Тяжелый

Класс бетона: В25

#### Коэффициенты условий работы бетона

Коэффициенты условий работы бетона		
$g_{b1}$	учет нагрузок длительного действия	0,9
$g_{b2}$	учет характера разрушения	1
$g_{b3}$	учет вертикального положения при бетонировании	1
$g_{b5}$	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

### Результаты расчета по комбинациям нагрузжений

	$N_x$	$N_y$	$N_z$	$M_x$	$M_y$	$M_z$
	T	T	T	T*M	T*M	T*M
1	0	0	-1,5	0	0,2	0,4

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 4.2 Рекомендаций	Прочность наиболее напряженного анкера	0,376
п. 10.3.24 СП 63.13330	Длина заделки нормального растянутого анкера	0,5
п. 4.12 Рекомендаций	Смятие под усилением анкера	0,102

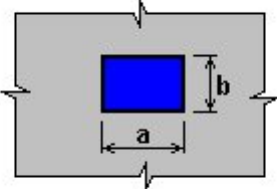
**Коэффициент использования 0,5 - Длина заделки нормального растянутого анкера**

## Местное сжатие

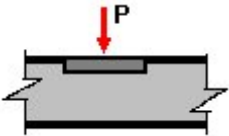
Расчет выполнен по СП 63.13330.2018 с изменениями №1,2

Коэффициент надежности по ответственности  $g_n = 1$

### Схема нагружения

<p>Местная нагрузка вдали от краев элемента</p> <div style="text-align: center;">  </div>	<p><math>a = 260 \text{ мм}</math> <math>b = 260 \text{ мм}</math></p>
--	--

### Расчетная нагрузка

<div style="text-align: center;">  </div>	<p><math>P = 1,5 \text{ Т}</math> Распределение нагрузки - равномерное</p>
---	--

### Бетон

Вид бетона: Тяжелый

Класс бетона: В25

Коэффициенты условий работы бетона		
$g_{b1}$	учет нагрузок длительного действия	0,9
$g_{b2}$	учет характера разрушения	1
$g_{b3}$	учет вертикального положения при бетонировании	1
$g_{b5}$	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Результаты расчета		
Проверено по СНиП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.44 СП 63.13330	Прочность из условий местного сжатия для неармированного сечения	0,009

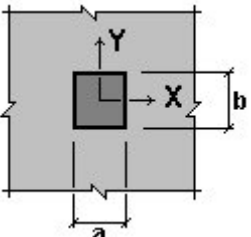
**Коэффициент использования 0,009 - Прочность из условий местного сжатия для неармированного сечения**

## Продавливание

Расчет выполнен по СП 63.13330.2018 с изменениями №1,2

Коэффициент надежности по ответственности  $g_n = 1$

Площадка приложения нагрузки расположена внутри элемента

	$a = 0,26 \text{ м}$ $b = 0,26 \text{ м}$ Высота плиты 0,3 м
---	--

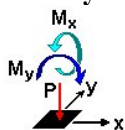
### Бетон

Вид бетона: Тяжелый

Класс бетона: В25

Коэффициенты условий работы бетона		
$g_{b1}$	учет нагрузок длительного действия	0,9
$g_{b2}$	учет характера разрушения	1
$g_{b3}$	учет вертикального положения при бетонировании	1
$g_{b5}$	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

### Знаки усилий



### Результаты расчета по комбинациям загрузений

	P	$M_x$	$M_y$
	T	T*M	T*M
1	1,5	0,4	0,2

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.49	прочность на продавливание бетонного элемента при действии сосредоточенной силы и изгибающих моментов с векторами вдоль осей X, Y	0,052

**Коэффициент использования 0,052 - прочность на продавливание бетонного элемента при действии сосредоточенной силы и изгибающих моментов с векторами вдоль осей X, Y**

## Расчет узла сопряжения колонна-балка

Проект:  
Проект №:  
Автор :



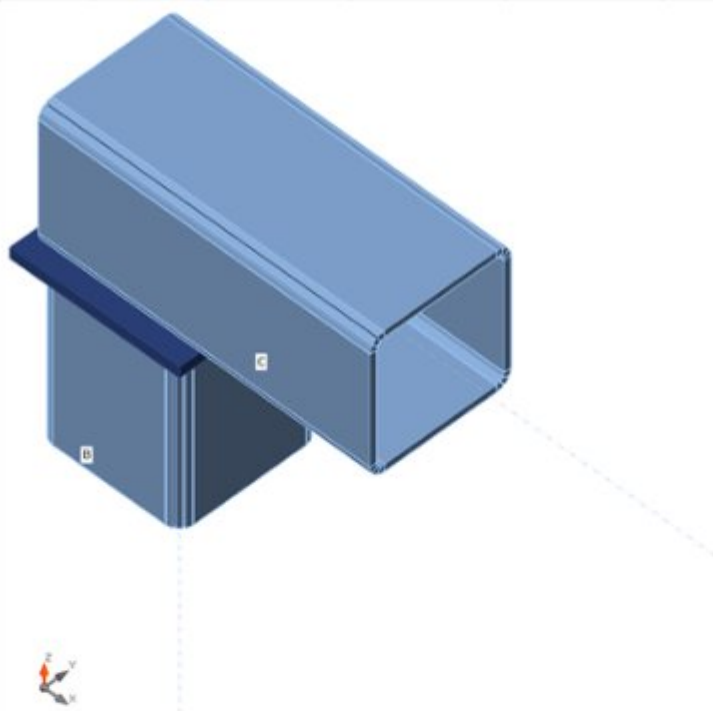
### Элемент проекта CON1

#### Исполнение

Имя CON1  
Описание  
Расчёт Напряжения, деформации/ упрощённое задание нагрузок

#### Балки и колонны

Имя	Сечение	$\beta$ - Направление [°]	$\gamma$ - Наклон [°]	$\alpha$ - Вращение [°]	$e_x$ - Смещение [mm]	$e_y$ - Смещение [mm]	$e_z$ - Смещение [mm]	Приложение сил
C	5 - 100 x 5	0,0	0,0	0,0	-50	0	0	Узел
B	5 - 100 x 5	0,0	90,0	0,0	0	0	0	Узел



#### Сечения

Имя	Материал
5 - 100 x 5	C255

#### Загрузки (равновесие не требуется)

Имя	Member	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
LE1	C	0,0	0,0	-11,0	0,0	0,0	0,0

Проект:  
 Проект №:  
 Автор :

## Проверка

### Краткий отчёт

Имя	Значение	Статус проверки
Расчёт	100,0%	OK
Пластины	0,0 < 5,0%	OK
Сварные швы	38,1 < 100%	OK
Устойчивость	94,73	
GMNA	Вычислено	

### Пластины

Имя	$R_y$ [MPa]	Толщина [mm]	Нагрузки	$\sigma$ [MPa]	$\epsilon_{pl}$ [%]	$\sigma_{Ed}$ [MPa]	Статус проверки
C	248,8	5,0	LE1	147,4	0,0	0,0	OK
B	248,8	5,0	LE1	41,2	0,0	0,0	OK
EP1	248,8	8,0	LE1	40,7	0,0	0,0	OK

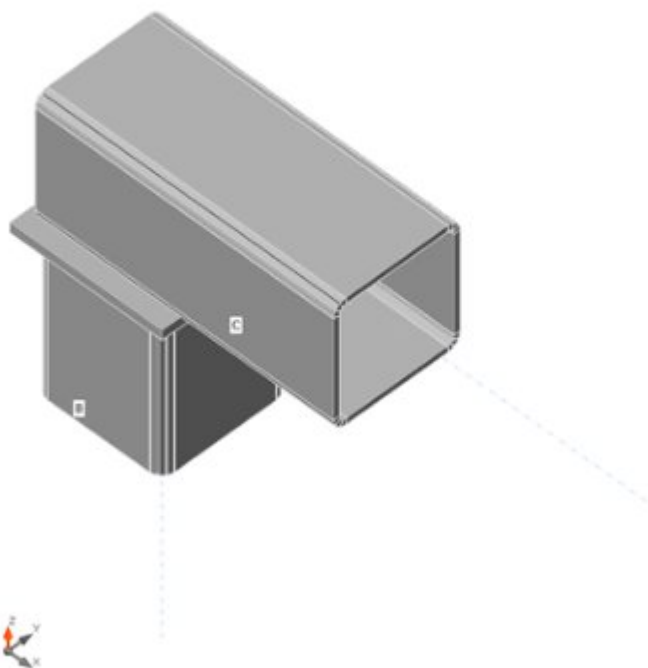
### Данные проекта

Материал	$R_y$ [MPa]	$\epsilon_{lim}$ [%]
C255	248,8	5,0

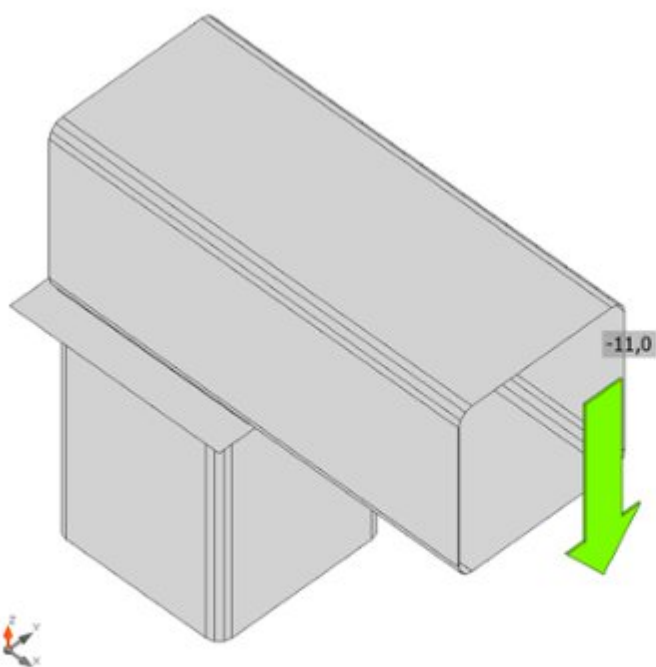
### Пояснения к символам

$\epsilon_{pl}$	Относительная деформация
$\sigma$	Среднее напряжение в бетоне
$R_y$	Предел текучести
$\epsilon_{lim}$	Предельная пластическая деформация

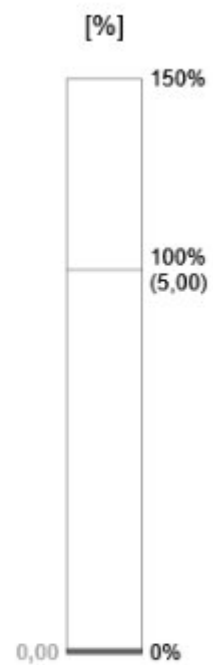
Проект:  
Проект №:  
Автор :



Общая проверка, LE1



Проверка по деформациям, LE1



Проект:  
 Проект №:  
 Автор :

### Сечения сварных швов

Элемент	Край	Электрод	$k_f$ [mm]	$l$ [mm]	$l_{we}$ [mm]	Нагрузки	$N$ [kN]	$U_{twm}$ [%]	$U_{tbn}$ [%]	Конструирование	Статус
EP1	C-w 1	Э50	▲5,0	109	9	LE1	3,1	35,2	38,1	OK	OK
EP1	C-w 1	Э50	▲5,0	109	9	LE1	3,1	35,2	38,1	OK	OK
EP1	B	Э50	▲6,0	367	10	LE1	1,6	14,1	15,2	OK	OK

### Пояснения к символам

$k_f$	Катет сварного шва
$l$	Фактическая длина сварного шва
$l_{we}$	Расчётная длина элемента сварки
$N$	Усилие сдвига в элементе сварки
$U_{twm}$	Кисп по металлу шва
$U_{tbn}$	Кисп по металлу границы сплавления

### Подробные результаты для EP1 / C-w 1

#### Проверка прочности по металлу шва (СП 16 - П.14.1)

$$\frac{N}{\beta_f \cdot k_f \cdot l_{we} \cdot R_{wf} \cdot \gamma_c} = 0,35 \leq 1,0$$

Где:

$N = 3,1$  kN – усилие сдвига в элементе сварки

$\beta_f = 0,90$  – коэф-т по металлу шва

$k_f = 5$  mm – катет сварного шва

$l_{we} = 9$  mm – расчётная длина элемента сварки

- $l_{we} = \frac{l_w}{l} \cdot l_e$ , где:
  - $l_w = l - 10$  mm = 99 mm – расчётная длина сварного шва
  - $l = 109$  mm – фактическая длина сварного шва
  - $l_e = 10$  mm – фактическая длина элемента сварки

$R_{wf} = 215,6$  MPa – расчётное сопротивление сварного соединения по металлу шва

- $R_{wf} = 0,55 \cdot \frac{R_{wmn}}{\gamma_{wm}}$ , где:
  - $R_{wmn} = 490,0$  MPa – нормативное сопротивление металла швов сварных соединений с угловыми швами
  - $\gamma_{wm} = 1,25$  – коэф-т надёжности по металлу шва

$\gamma_c = 1,00$  – коэф-т условий работы

Проект:  
 Проект №:  
 Автор :

**Проверка прочности по металлу границы сплавления (СП 16 - п.14.1)**

$$\frac{N}{\beta_z \cdot k_f \cdot l_{we} \cdot R_{wz} \cdot \gamma_c} = 0,38 \leq 1,0$$

Где:

$N = 3,1 \text{ kN}$  – усилие сдвига в элементе сварки

$\beta_z = 1,05$  – коэф-т по металлу границы сплавления

$k_f = 5 \text{ mm}$  – катет сварного шва

$l_{we} = 9 \text{ mm}$  – расчётная длина элемента сварки

- $l_{we} = \frac{l_w}{\gamma} \cdot l_e$ , где:
  - $l_w = l - 10 \text{ mm} = 99 \text{ mm}$  – расчётная длина сварного шва
  - $l = 109 \text{ mm}$  – фактическая длина сварного шва
  - $l_e = 10 \text{ mm}$  – фактическая длина элемента сварки

$R_{wz} = 171,0 \text{ MPa}$  – расчётное сопротивление сварного соединения по металлу границы сплавления

- $R_{wz} = 0,45 \cdot R_{wst}$ , где:
  - $R_{wst} = 380,0 \text{ MPa}$  – нормативное временное сопротивление стали свариваемых деталей

$\gamma_c = 1,00$  – коэф-т условий работы

**Устойчивость**

Нагрузки	Форма	Коэф-т [-]
LE1	1	94,73
	2	96,63
	3	102,84
	4	116,39
	5	155,70
	6	172,83

**Настройки норм**

Элемент	Значение	Ед. изм.	Ссылка
Останавливать на предельной деформации	Нет		
Конструирование	Да		СП 16 - п.14.1.7, Табл. 38, 40
Преднапряжённые болты - коэф-т трения $\mu$	0,35	-	СП 16 - Таблица 42
Тип нагрузки на болты	Static		СП 16 - Таблица 42
Тип сварки	Автом. и мех. (d = 1,4-2,0 мм)		СП 16 - Таблица 39
Длина анкеровки для вычисления жёсткости [d]	8	-	EN 1993-1-8 - Table 6.11
Коэф-т условий работы, $\gamma_c$	1,00	-	СП 16 - Таблица 1
Предельная пластическая деформация	0,05	-	EN 1993-1-5 - Cl.C.8
Проверка лок. пластич. деф-ий	Нет		

## Описание расчетной части

### Расчет металлических конструкций ДЭС

#### 1.1. Описание расчетной модели

Расчетная схема определена как система с признаком 5. Это означает, что рассматривается система общего вида, деформации которой и ее основные неизвестные представлены линейными перемещениями узловых точек вдоль осей X, Y, Z и поворотами вокруг этих осей.

Выбранный режим статического расчета.

Статический расчет системы выполнен в линейной постановке.

Общий вид расчётной модели здания см. рис. 1.

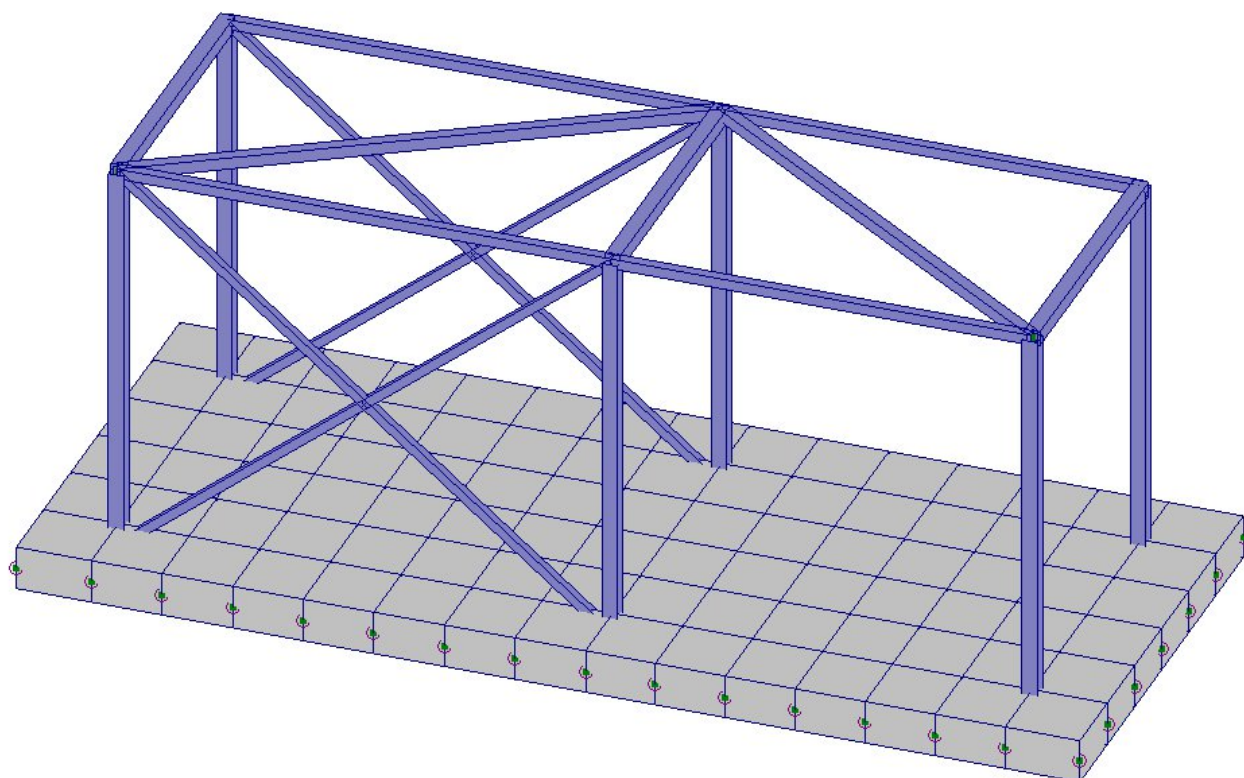


Рис.1. Общий вид расчётной модели

## 1.2. Граничные условия

Граничные условия заданы следующим образом. Колонны здания закреплены жестко по всем степеням свободы в обеих плоскостях.

## 1.3. Жесткости

Единицы измерения:

- Линейные размеры: м
- Размеры сечений: мм
- Силы: Т

Толщина пластин представлена в единицах измерения линейных размеров.

<b>Жесткости</b>		
Тип	Жесткость	Изображение
1	<p>Жесткость стержневых элементов - профиль металлопроката Каталог: Полный каталог профилей ГОСТ.. Семейство: Квадратные трубы по ГОСТ 32931-2015 Профиль: 100x5.0</p> <p>Модуль упругости <math>E = 21000000,77 \text{ Т/м}^2</math> Коэффициент Пуассона <math>\nu = 0,3</math> Объемный вес <math>\gamma = 7,85 \text{ Т/м}^3</math> Коэффициент температурного расширения <math>\alpha = 1,2e-005</math> Продольная жесткость <math>EF = 38556 \text{ Т}</math> Изгибная жесткость (ось Y) <math>EI_y = 56,93 \text{ Т*м}^2</math> Изгибная жесткость (ось Z) <math>EI_z = 56,93 \text{ Т*м}^2</math> Сдвиговая жесткость (ось Y) <math>GF_y = 6463,92 \text{ Т}</math> Сдвиговая жесткость (ось Z) <math>GF_z = 6463,92 \text{ Т}</math> Крутильная жесткость <math>GI_{кр} = 34,62 \text{ Т*м}^2</math> Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U) <math>a_{y+} = 2,95 \text{ см}</math> Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U) <math>a_{y-} = 2,95 \text{ см}</math> Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V) <math>a_{z+} = 2,95 \text{ см}</math> Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V) <math>a_{z-} = 2,95 \text{ см}</math></p>	
2	<p>Жесткость стержневых элементов - профиль металлопроката Каталог: Полный каталог профилей ГОСТ.. Семейство: Квадратные трубы по ГОСТ 32931-2015 Профиль: 60x5.0</p> <p>Модуль упругости <math>E = 21000000,77 \text{ Т/м}^2</math> Коэффициент Пуассона <math>\nu = 0,3</math> Объемный вес <math>\gamma = 7,85 \text{ Т/м}^3</math> Коэффициент температурного расширения <math>\alpha = 1,2e-005</math> Продольная жесткость <math>EF = 21756 \text{ Т}</math> Изгибная жесткость (ось Y) <math>EI_y = 10,6 \text{ Т*м}^2</math> Изгибная жесткость (ось Z) <math>EI_z = 10,6 \text{ Т*м}^2</math> Сдвиговая жесткость (ось Y) <math>GF_y = 3585,09 \text{ Т}</math> Сдвиговая жесткость (ось Z) <math>GF_z = 3585,09 \text{ Т}</math> Крутильная жесткость <math>GI_{кр} = 6,72 \text{ Т*м}^2</math> Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U) <math>a_{y+} = 1,62 \text{ см}</math></p>	

Жесткости		
Тип	Жесткость	Изображение
	<p>Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси <math>Y(U) a_{ц-} = 1,62</math> см</p> <p>Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси <math>Z(V) a_{в+} = 1,62</math> см</p> <p>Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси <math>Z(V) a_{в-} = 1,62</math> см</p>	
3	<p>Жесткость стержневых элементов - профиль металлопроката</p> <p>Каталог: Полный каталог профилей ГОСТ..</p> <p>Семейство: Квадратные трубы по ГОСТ 32931-2015</p> <p>Профиль: 80x5.0</p> <p>Модуль упругости <math>E = 21000000,77</math> Т/м<sup>2</sup></p> <p>Коэффициент Пуассона <math>\nu = 0,3</math></p> <p>Объемный вес <math>\gamma = 7,85</math> Т/м<sup>3</sup></p> <p>Коэффициент температурного расширения <math>\alpha = 1,2e-005</math></p> <p>Продольная жесткость <math>EF = 30156</math> Т</p> <p>Изгибная жесткость (ось Y) <math>EI_y = 27,6</math> Т*м<sup>2</sup></p> <p>Изгибная жесткость (ось Z) <math>EI_z = 27,6</math> Т*м<sup>2</sup></p> <p>Сдвиговая жесткость (ось Y) <math>GF_y = 5025,47</math> Т</p> <p>Сдвиговая жесткость (ось Z) <math>GF_z = 5025,47</math> Т</p> <p>Крутильная жесткость <math>GI_{кр} = 17,04</math> Т*м<sup>2</sup></p> <p>Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси <math>Y(U) a_{ц+} = 2,29</math> см</p> <p>Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси <math>Y(U) a_{ц-} = 2,29</math> см</p> <p>Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси <math>Z(V) a_{в+} = 2,29</math> см</p> <p>Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси <math>Z(V) a_{в-} = 2,29</math> см</p>	
4	<p>Жесткость стержневых элементов - профиль металлопроката</p> <p>Каталог: Полный каталог профилей ГОСТ..</p> <p>Семейство: Квадратные трубы по ГОСТ 32931-2015</p> <p>Профиль: 70x4.0</p> <p>Модуль упругости <math>E = 21000000,77</math> Т/м<sup>2</sup></p> <p>Коэффициент Пуассона <math>\nu = 0,3</math></p> <p>Объемный вес <math>\gamma = 7,85</math> Т/м<sup>3</sup></p> <p>Коэффициент температурного расширения <math>\alpha = 1,2e-005</math></p> <p>Продольная жесткость <math>EF = 21315</math> Т</p> <p>Изгибная жесткость (ось Y) <math>EI_y = 15,15</math> Т*м<sup>2</sup></p> <p>Изгибная жесткость (ось Z) <math>EI_z = 15,15</math> Т*м<sup>2</sup></p> <p>Сдвиговая жесткость (ось Y) <math>GF_y = 3561,65</math> Т</p> <p>Сдвиговая жесткость (ось Z) <math>GF_z = 3561,65</math> Т</p> <p>Крутильная жесткость <math>GI_{кр} = 9,29</math> Т*м<sup>2</sup></p> <p>Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси <math>Y(U) a_{ц+} = 2,03</math> см</p> <p>Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси <math>Y(U) a_{ц-} = 2,03</math> см</p> <p>Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси</p>	

Жесткости		
Тип	Жесткость	Изображение
	Z(V) $a_{v+} = 2,03$ см Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V) $a_{v-} = 2,03$ см	
5	Имя типа жесткости: h=0.3 Жесткости пластин Модуль упругости E = 3060000 Т/м <sup>2</sup> Коэффициент Пуассона $\nu = 0,2$ Толщина h = 0,3 м Объемный вес $\gamma = 2,5$ Т/м <sup>3</sup> Коэффициент температурного расширения $\alpha = 1, \text{e-}005$	
6	Связь конечной жесткости EX = 100 Т/м EY = 100 Т/м	

Коэффициенты постели

Модель Пастернака

### Список грунтов

	Наименование	Модуль деформации	Коэффициент Пуассона	Толщина слоя
		Т/м <sup>2</sup>		м
1	ИГЭ-2 Песок	2830	0,3	3

Коэффициент сжатия  $C_1 - 1269,872$  Т/м<sup>3</sup>

Коэффициент сдвига  $C_2 - 1088,462$  Т/м

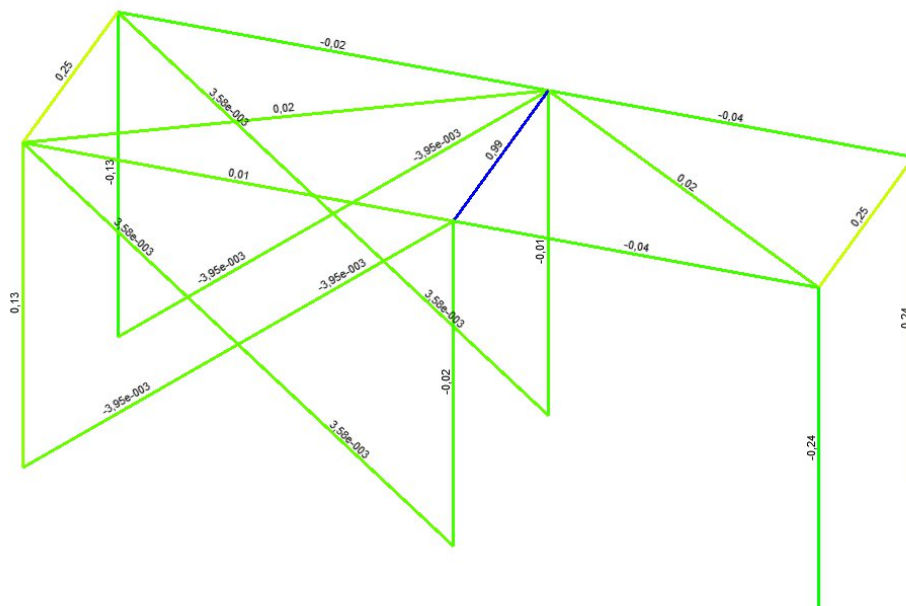
### 1.4. Нагрузки и воздействия

При проектировании учтены нагрузки и воздействия на здания, которые были определены согласно СП 20.13330.2016 «СНиП 2.01.07 - 85 «Нагрузки и воздействия». Значения принятых нагрузок и коэффициентов представлены в табл. 2.

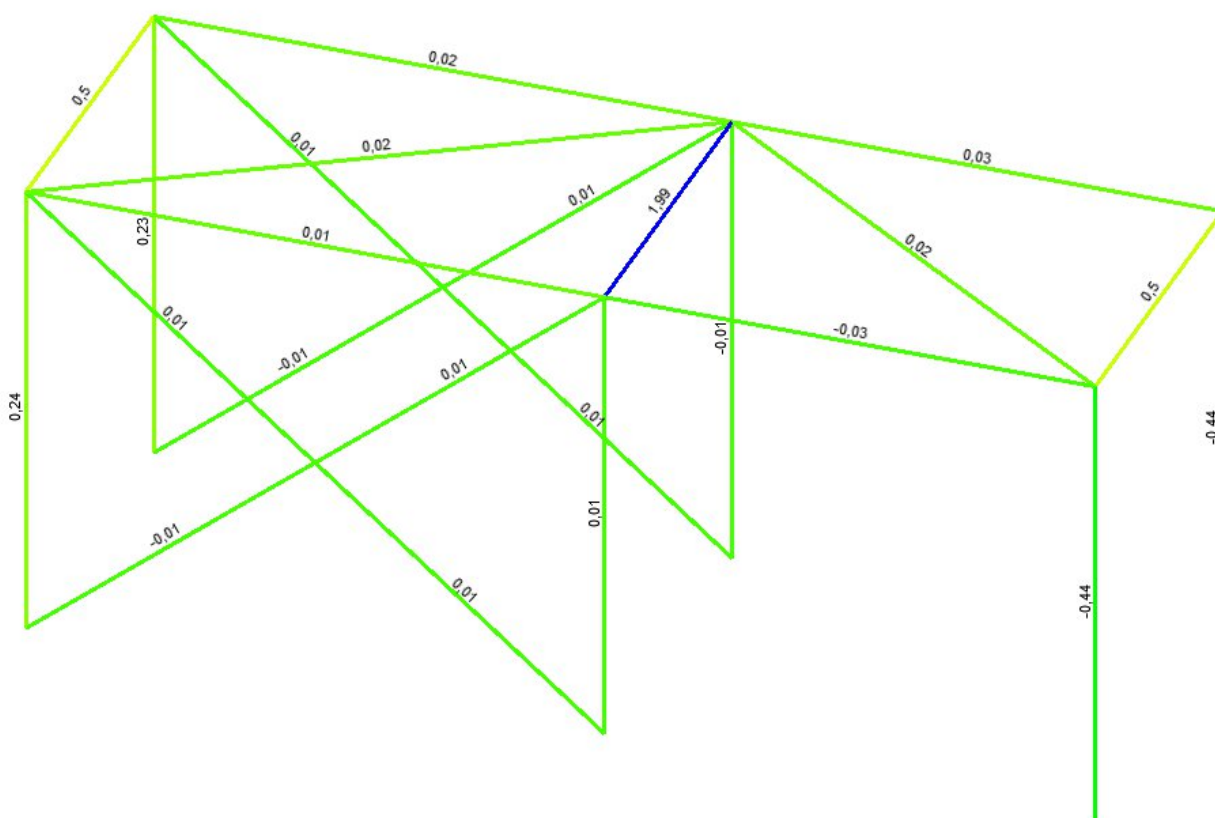
Табл. 2. Здание. Нагрузки и воздействия

Тип нагрузки	$R_n$	$\gamma_f$	R	$K_{длит}$	$K_1$
<b>Постоянные:</b>					
• с.в. несущих конструкции	SCAD*	1,05	SCAD*	-	1
• с.в. кровли	10	1,16	12	-	1
• С.в. ограждающих конструкций	10	1,2	12	-	1
<b>Временные:</b>					
<b>- кратковременные:</b>					
• снеговая	II снеговой район	1,4	II снеговой район	0,5	0,9
• ветровая	III ветровой район	1,4	III ветровой район	0	$\pm 0,9$

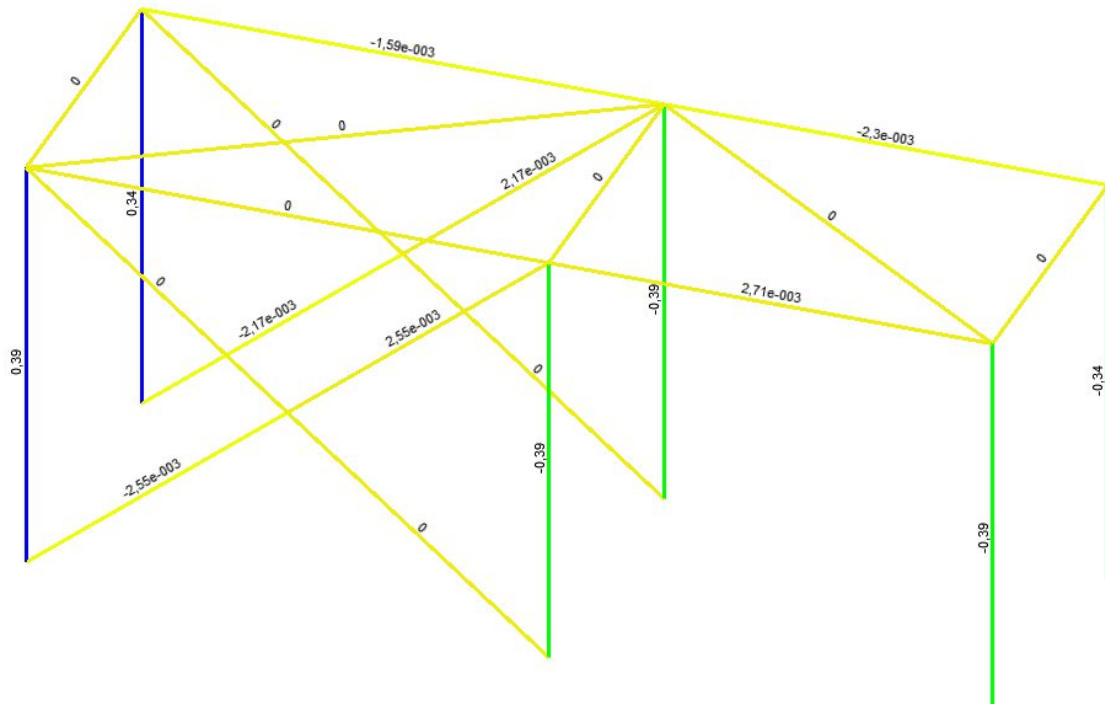




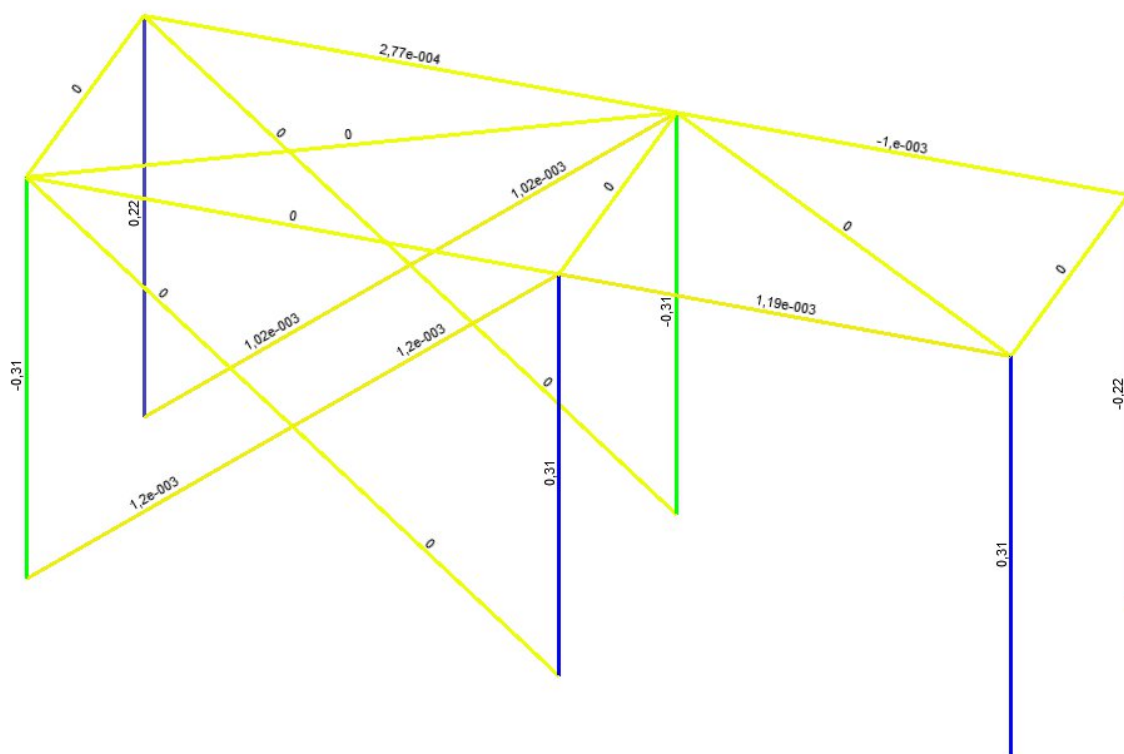
Момент  $M_u$ , металлического каркаса, тс\*м



Усилия  $Q_z$ , металлического каркаса, тс

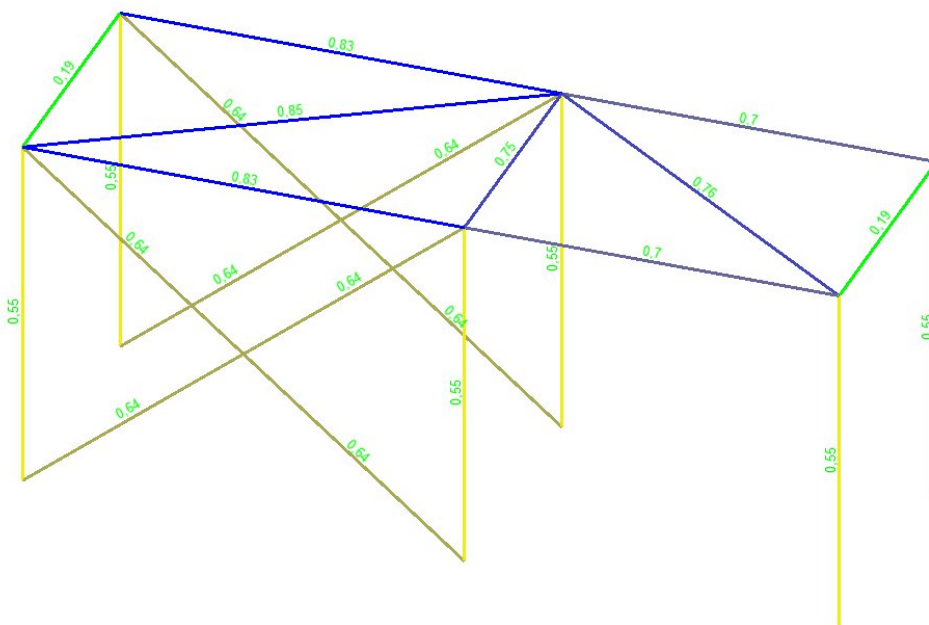


Момент  $M_z$ , металлического каркаса, тс\*м



Усилия  $Q_y$ , металлического каркаса, тс





На схеме представлены коэффициенты использования элементов.

### Результаты экспертизы стальных конструкций

Расчет выполнен по СП 16.13330.2017 с изменениями №1,2

### Конструктивная группа колонны. Элемент № 1

Тип элемента: Стойка

Сталь: С255

Длина элемента 2,6 м

Предельная гибкость для сжатых элементов: 180 - 60a

Предельная гибкость для растянутых элементов: 400

Коэффициент условий работы 1

Количество закреплений сжатого пояса в пролете	Вид нагрузки в пролете	Эпюра M	Пояс, к которому приложена нагрузка
Без закреплений	Равномерно распределенная		Сжатый

Коэффициент надежности по ответственности 1

Дополнительные коэффициенты условий работы	
Расчет на прочность при сейсмике	0
Расчет на устойчивость при сейсмике	0
При особых (не сейсмических) воздействиях	1
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

Неупругая работа сечения не допускается

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OZ_1$  1,17

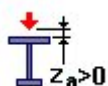
Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OY_1$  1,17

Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба:  
коэффициент к геометрической длине = 1

Тип эпюры моментов



Положение нагрузки



Расстояние между раскреплениями из плоскости изгиба:  
коэффициент к геометрической длине = 1

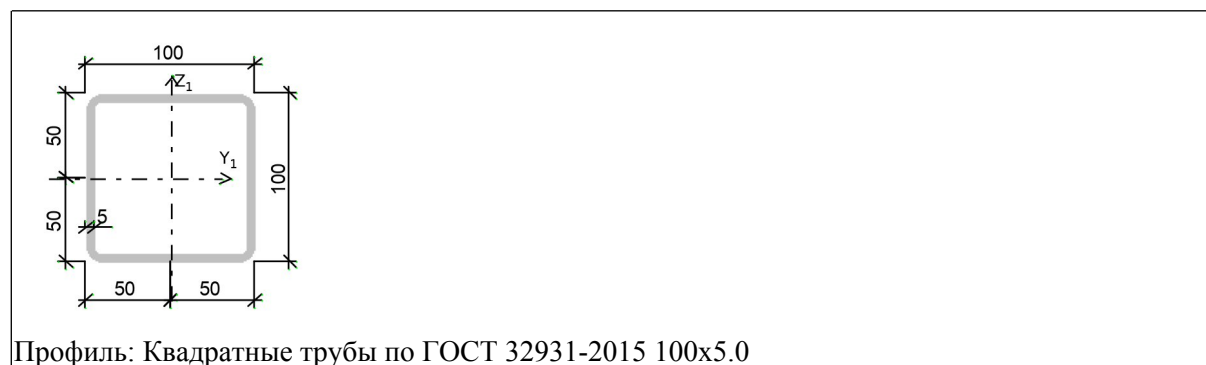
Коэффициенты расчетной длины, зависящие от условий закреплений опорных сечений:

поворот из плоскости изгиба = 1

депланация = 1

Соотношение конечных моментов  $\eta = 0$

**Сечение**



Профиль: Квадратные трубы по ГОСТ 32931-2015 100x5.0

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента $M_y$	0,1	L1+L2+L5+L6
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента $M_z$	0,26	L1+L2+0.9*L3+L4+L6
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы $Q_y$	0,02	L1+L2+0.9*L3+L4+L6

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы Qz	0,02	L1+L2+L5+L6
п. 9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	0,27	L1+L2+0.9*L3+L4+L6
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOY (XOU)	0,02	L1+L2+L3+0.9*L5+L6
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOZ (XOV)	0,02	L1+L2+L3+0.9*L5+L6
пп. 9.2.2, 9.2.10	Устойчивость в плоскости действия момента Mu при внецентренном сжатии	0,02	L1+L2+0.9*L3+L4+L6
пп. 9.2.8, 9.2.10, 9.3.1, 9.3.2	Устойчивость в плоскости действия момента Mz при внецентренном сжатии	4,98*10 <sup>-003</sup>	L1+L2-L5+L6
пп. 9.2.9, 9.2.10, 9.3.1, 9.3.2	Устойчивость при сжатии с изгибом в двух плоскостях	0,11	L1+L2+0.9*L3+L5+L6
пп. 9.2.4, 9.2.5, 9.2.8, 9.2.10	Устойчивость из плоскости действия момента Mu при внецентренном сжатии	0,02	L1+L2+0.9*L3+L4+L6
пп. 9.2.4, 9.2.5, 9.2.8, 9.2.10, 9.3.1, 9.3.2	Устойчивость из плоскости действия момента Mz при внецентренном сжатии	0,01	L1+L2-L5+L6
п. 8.4.1	Устойчивость плоской формы изгиба	0,26	L1+L2+0.9*L3+L4+L6
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOY	0,55	L1+L2+L4+L6
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0,55	L1+L2+L4+L6
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	0,28	0.9*L1+0.9*L2+0.9*L6-L7
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	0,34	L1+L2-L4+L6

**Коэффициент использования 0,55 - Предельная гибкость в плоскости XOY**

### Конструктивная группа Балки

#### Конструктивная группа Балки. Элемент № 3

Тип элемента: Балка

Сталь: C255

Длина элемента 2 м

Количество закреплений сжатого пояса в пролете	Вид нагрузки в пролете	Эпюра M	Пояс, к которому приложена нагрузка
Без закреплений	Равномерно распределенная		Сжатый

Коэффициент надежности по ответственности 1

Дополнительные коэффициенты условий работы	
Расчет на прочность при сейсмике	0
Расчет на устойчивость при сейсмике	0
При особых (не сейсмических) воздействиях	1
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

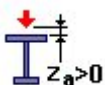
Неупругая работа сечения не допускается

Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба:  
коэффициент к геометрической длине = 1

Тип эпюры моментов



Положение нагрузки



Расстояние между раскреплениями из плоскости изгиба:

коэффициент к геометрической длине = 1

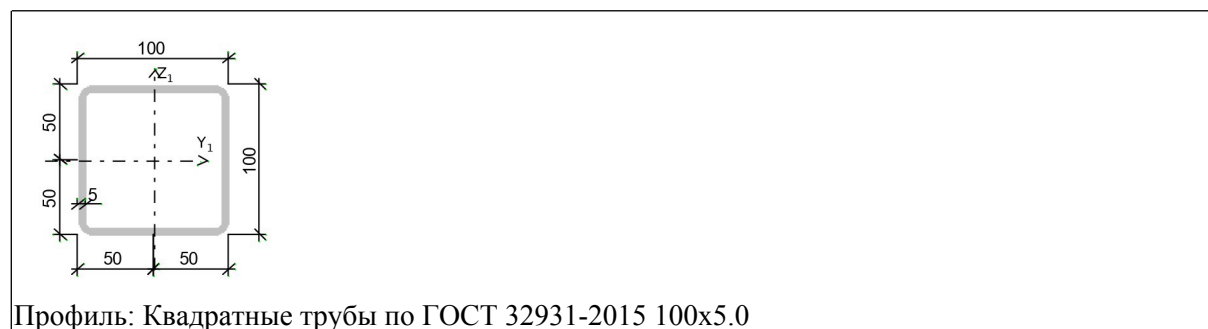
Коэффициенты расчетной длины, зависящие от условий закреплений опорных сечений:

поворот из плоскости изгиба = 1

депланация = 1

Соотношение конечных моментов  $\eta = 0$

**Сечение**



Профиль: Квадратные трубы по ГОСТ 32931-2015 100x5.0

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы	0,18	L1+L2+L3-0.9*L5+L6
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента	0,75	0.9*L1+0.9*L2+0.5*L3+0.9*L6-L7
п. 8.4.1	Устойчивость плоской формы изгиба при действии момента	0,75	0.9*L1+0.9*L2+0.5*L3+0.9*L6-L7
п. 8.2.1	Прочность по приведенным напряжениям при одновременном действии изгибающего момента и	0,52	0.9*L1+0.9*L2+0.5*L3+0.9*L6-L7

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
	поперечной силы		
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	0,16	$0.9*L1+0.9*L2+0.5*L3+0.9*L6-L7$
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	0,32	$0.9*L1+0.9*L2+0.5*L3+0.9*L6-L7$

**Коэффициент использования 0,75 - Прочность при действии изгибающего момента**

### Конструктивная группа распорки. Элемент № 5

**Тип элемента:** Элемент общего вида

**Сталь:** С255

Длина элемента 3,3 м

Предельная гибкость для сжатых элементов: 180 - 60a

Предельная гибкость для растянутых элементов: 400

Коэффициент условий работы 1

Количество закреплений сжатого пояса в пролете	Вид нагрузки в пролете	Эпюра M	Пояс, к которому приложена нагрузка
Без закреплений	Равномерно распределенная		Сжатый

Коэффициент надежности по ответственности 1

Дополнительные коэффициенты условий работы	
Расчет на прочность при сейсмике	0
Расчет на устойчивость при сейсмике	0
При особых (не сейсмических) воздействиях	1
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

Неупругая работа сечения не допускается

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OZ_1$  1

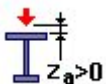
Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OY_1$  1

Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба:  
коэффициент к геометрической длине = 1

Тип эпюры моментов



Положение нагрузки



Расстояние между раскреплениями из плоскости изгиба:

коэффициент к геометрической длине = 1

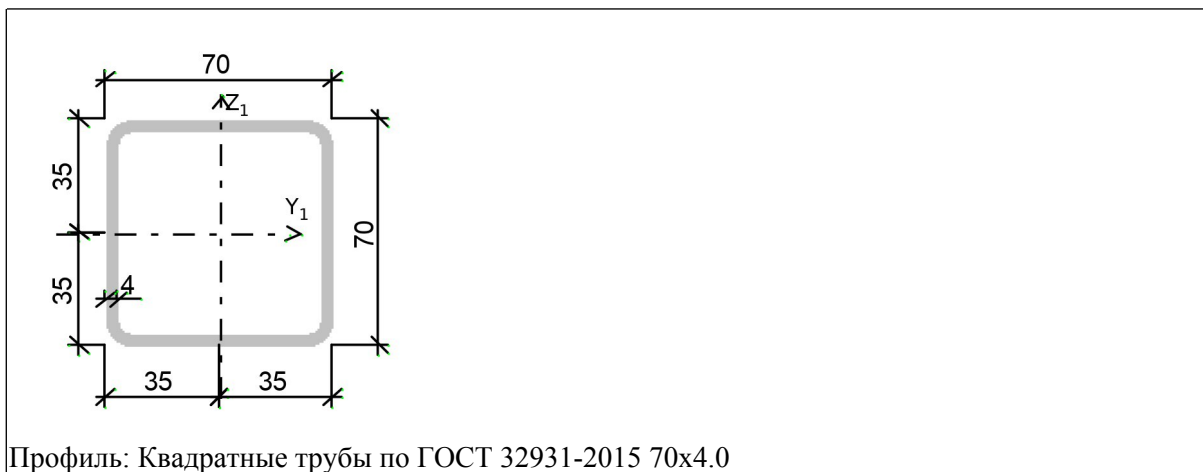
Коэффициенты расчетной длины, зависящие от условий закреплений опорных сечений:

поворот из плоскости изгиба = 1

депланация = 1

Соотношение конечных моментов  $\gamma = 0$

**Сечение**



Профиль: Квадратные трубы по ГОСТ 32931-2015 70x4.0

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента $M_y$	0,02	L1+L2+L3-0.9*L5+L6
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы $Q_z$	$2,1 \cdot 10^{-003}$	L1+L2+L3-0.9*L5+L6
п. 9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	0,03	L1+L2+L3-0.9*L5+L6
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOY (XOU)	$4,19 \cdot 10^{-003}$	0.9*L1+0.9*L2+0.9*L6+L7
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOZ (XOV)	$4,19 \cdot 10^{-003}$	0.9*L1+0.9*L2+0.9*L6+L7
пп. 9.2.2, 9.2.10	Устойчивость в плоскости действия момента $M_y$ при	0,02	0.9*L1+0.9*L2+0.9*L6+L7

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
	внецентренном сжатии		
пп. 9.2.4, 9.2.5, 9.2.8, 9.2.10	Устойчивость из плоскости действия момента $M_u$ при внецентренном сжатии	0,02	$0.9*L1+0.9*L2+0.9*L6+L7$
п. 7.1.1	Прочность при центральном сжатии/растяжении	0,01	$L1+L2+L3-0.9*L5+L6$
п. 8.4.1	Устойчивость плоской формы изгиба	0,02	$L1+L2+L5+L6$
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOY	0,83	$L1+L2+L5+L6$
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0,83	$L1+L2+L5+L6$
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	0,23	$L1+L2+L5+L6$
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	0,23	$L1+L2+L5+L6$

**Коэффициент использования 0,83 - Предельная гибкость в плоскости XOY**

### Конструктивная группа верт связи. Элемент № 10

Тип элемента: Элемент общего вида

Сталь: C255

Длина элемента 2,13 м

Предельная гибкость для сжатых элементов: 180 - 60a

Предельная гибкость для растянутых элементов: 400

Коэффициент условий работы 1

Количество закреплений сжатого пояса в пролете	Вид нагрузки в пролете	Эпюра M	Пояс, к которому приложена нагрузка
Без закреплений	Равномерно распределенная		Сжатый

Коэффициент надежности по ответственности 1

Дополнительные коэффициенты условий работы	
Расчет на прочность при сейсмике	0
Расчет на устойчивость при сейсмике	0
При особых (не сейсмических) воздействиях	1
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

Неупругая работа сечения не допускается

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OZ_1$  1

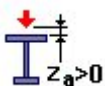
Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OY_1$  1

Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба:  
коэффициент к геометрической длине = 1

Тип эпюры моментов



Положение нагрузки



Расстояние между раскреплениями из плоскости изгиба:  
коэффициент к геометрической длине = 1

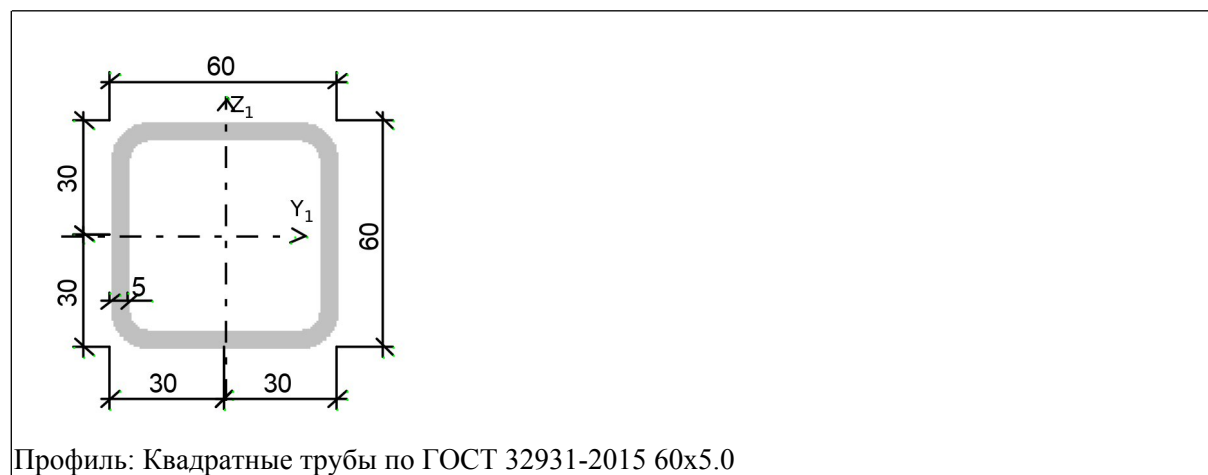
Коэффициенты расчетной длины, зависящие от условий закреплений опорных сечений:

поворот из плоскости изгиба = 1

депланация = 1

Соотношение конечных моментов  $\gamma = 0$

**Сечение**



Профиль: Квадратные трубы по ГОСТ 32931-2015 60x5.0

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента $M_y$	0,01	L1+L2+L5+L6
п. 8.2.1	Прочность при действии	$1,07 \cdot 10^{-003}$	L1+L2+L5+L6

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
	поперечной силы Qz		
п. 9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	0,03	L1+L2+0.9*L3-L5+L6
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOY (XOU)	0,03	L1+L2+0.9*L3-L5+L6
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOZ (XOV)	0,03	L1+L2+0.9*L3-L5+L6
пп. 9.2.2, 9.2.10	Устойчивость в плоскости действия момента Mu при внецентренном сжатии	0,04	L1+L2+0.9*L3-L5+L6
пп. 9.2.4, 9.2.5, 9.2.8, 9.2.10	Устойчивость из плоскости действия момента Mu при внецентренном сжатии	0,04	L1+L2+0.9*L3-L5+L6
п. 7.1.1	Прочность при центральном сжатии/растяжении	0,02	L1+L2+0.9*L3-L5+L6
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOY	0,64	L1+L2+0.9*L3-L5+L6
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0,64	L1+L2+0.9*L3-L5+L6
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	0,14	L1+L2+0.9*L3-L5+L6
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	0,14	L1+L2+0.9*L3-L5+L6

**Коэффициент использования 0,64 - Предельная гибкость в плоскости XOY**

### Конструктивная группа гор связи. Элемент № 9

**Тип элемента:** Элемент общего вида

**Сталь:** С255

Длина элемента 3,86 м

Предельная гибкость для сжатых элементов: 180 - 60a

Предельная гибкость для растянутых элементов: 400

Коэффициент условий работы 1

Количество закреплений сжатого пояса в пролете	Вид нагрузки в пролете	Эпюра М	Пояс, к которому приложена нагрузка
Без закреплений	Равномерно распределенная		Сжатый

Коэффициент надежности по ответственности 1

Дополнительные коэффициенты условий работы	
Расчет на прочность при сейсмике	0
Расчет на устойчивость при сейсмике	0
При особых (не сейсмических) воздействиях	1
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

Неупругая работа сечения не допускается

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OZ_1$  1

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OY_1$  1

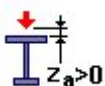
Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба:

коэффициент к геометрической длине = 1

Тип эпюры моментов



Положение нагрузки



Расстояние между раскреплениями из плоскости изгиба:

коэффициент к геометрической длине = 1

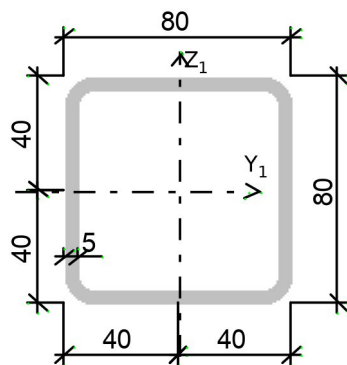
Коэффициенты расчетной длины, зависящие от условий закреплений опорных сечений:

поворот из плоскости изгиба = 1

депланация = 1

Соотношение конечных моментов  $\psi = 0$

**Сечение**



Профиль: Квадратные трубы по ГОСТ 32931-2015 80x5.0

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента $M_y$	0,03	L1+L2+0.9*L3+L4+L6
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы $Q_z$	$2,46 \cdot 10^{-003}$	L1+L2+0.9*L3+L4+L6
п. 9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	0,03	L1+L2+0.9*L3+L4+L6
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOY (XOU)	$2,28 \cdot 10^{-003}$	L1+L2-L4+L6
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOZ (XOV)	$2,28 \cdot 10^{-003}$	L1+L2-L4+L6
п. 7.1.1	Прочность при центральном сжатии/растяжении	$9,61 \cdot 10^{-004}$	L1+L2+0.9*L3+L4+L6
п. 8.4.1	Устойчивость плоской формы изгиба	0,03	L1+L2+0.9*L3+L4+L6
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOY	0,85	L1+L2-L4+L6
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0,85	L1+L2-L4+L6
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	0,2	L1+L2-L4+L6
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	0,2	L1+L2-L4+L6

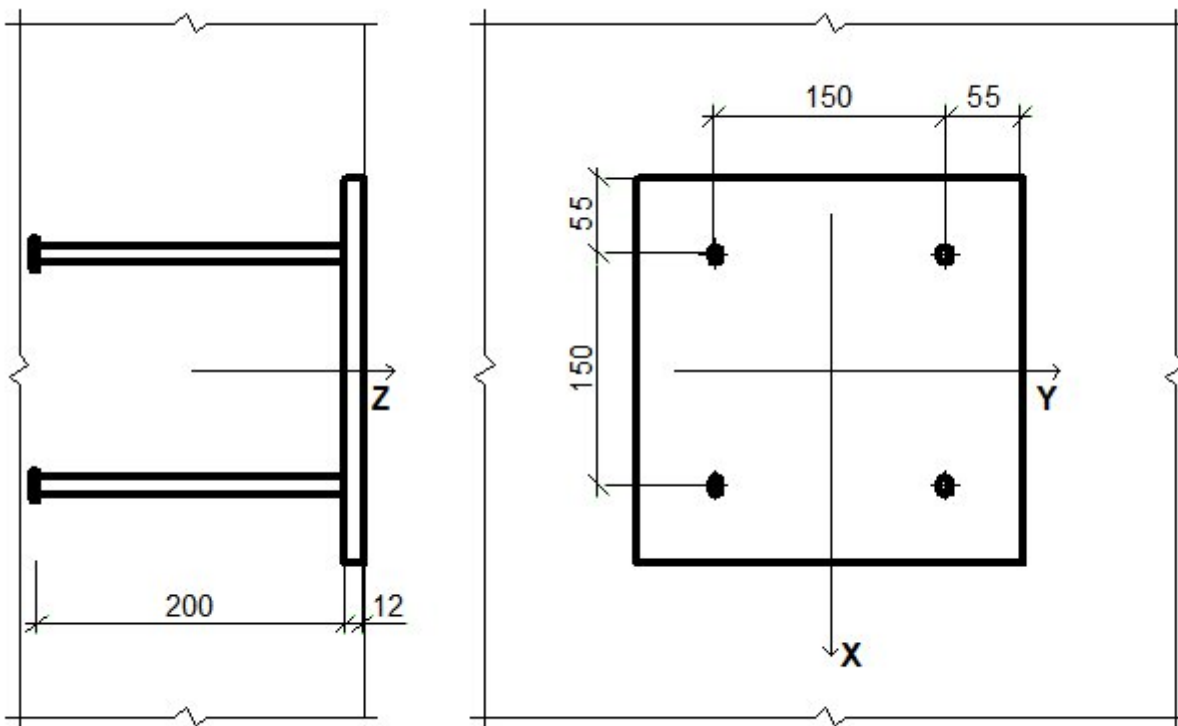
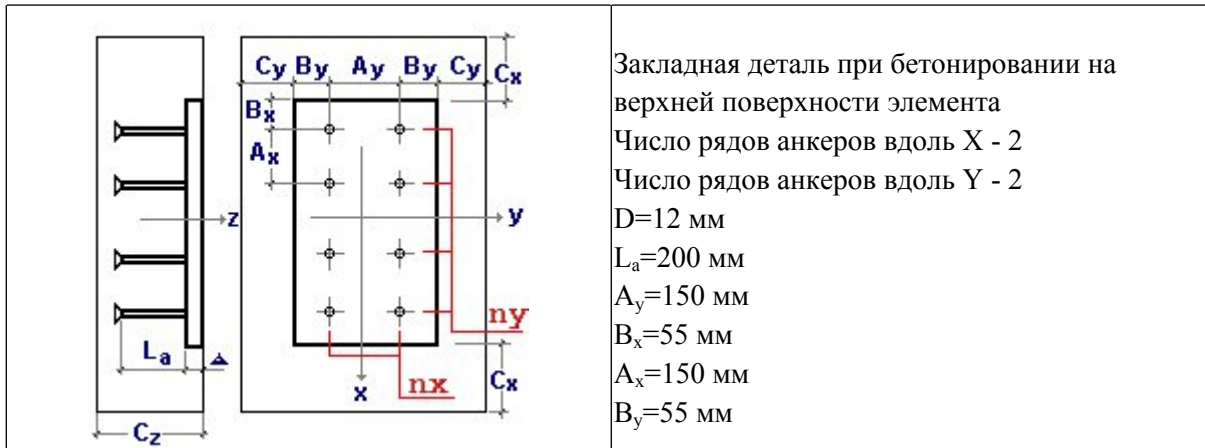
**Коэффициент использования 0,85 - Предельная гибкость в плоскости XOY**

## Закладные детали

Расчет выполнен по СП 63.13330.2018 с изменениями №1,2

Коэффициент надежности по ответственности  $g_n = 1$

### Схема детали



### Сталь

Расчетное сопротивление стали, из которой изготовлена пластина  $R_y = 23445,464$  Т/м<sup>2</sup>

### Анкеры

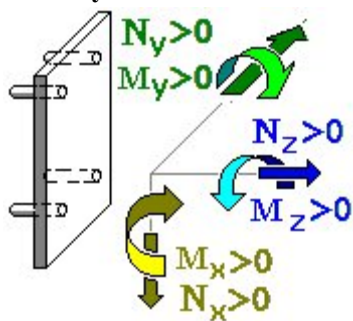
Класс арматуры А240

Диаметр 10 мм

Квадратные пластины усиления

a=30 мм

### Знаки усилий



### Бетон

Вид бетона: Тяжелый

Класс бетона: В25

Коэффициенты условий работы бетона		
$\gamma_{b1}$	учет нагрузок длительного действия	0,9
$\gamma_{b2}$	учет характера разрушения	1
$\gamma_{b3}$	учет вертикального положения при бетонировании	1
$\gamma_{b5}$	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

### Результаты расчета по комбинациям загрузений

	$N_x$	$N_y$	$N_z$	$M_x$	$M_y$	$M_z$
	T	T	T	T*М	T*М	T*М
1	0	0	-2,3	0	0,1	0.4

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 4.2 Рекомендаций	Прочность наиболее напряженного анкера	0,621

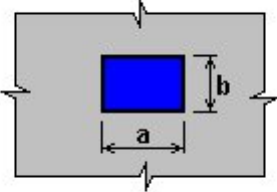
**Коэффициент использования 0,621 - Прочность наиболее напряженного анкера**

## Местное сжатие

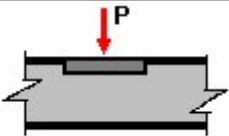
Расчет выполнен по СП 63.13330.2018 с изменениями №1,2

Коэффициент надежности по ответственности  $g_n = 1$

### Схема нагружения

<p>Местная нагрузка вдали от краев элемента</p> <div style="text-align: center;">  </div>	<p><math>a = 260 \text{ мм}</math> <math>b = 260 \text{ мм}</math></p>
--	--

### Расчетная нагрузка

<div style="text-align: center;">  </div>	<p><math>P = 2,3 \text{ Т}</math> Распределение нагрузки - равномерное</p>
---	--

### Бетон

Вид бетона: Тяжелый

Класс бетона: В25

#### Коэффициенты условий работы бетона

$g_{b1}$	учет нагрузок длительного действия	0,9
$g_{b2}$	учет характера разрушения	1
$g_{b3}$	учет вертикального положения при бетонировании	1
$g_{b5}$	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

#### Результаты расчета

Проверено по СНиП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.44 СП 63.13330	Прочность из условий местного сжатия для неармированного сечения	0,011

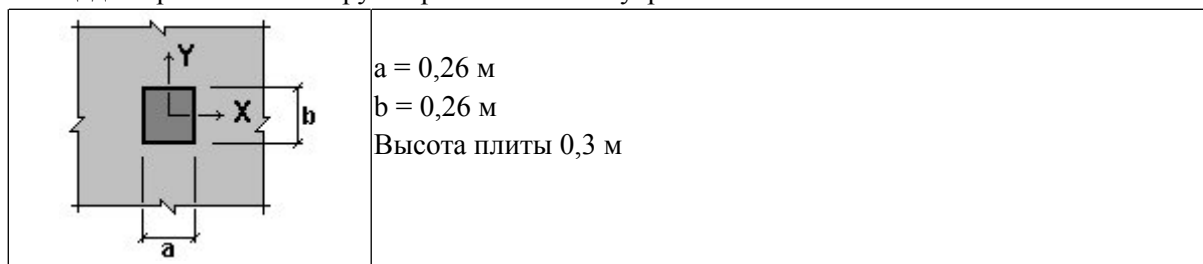
**Коэффициент использования 0,011 - Прочность из условий местного сжатия для неармированного сечения**

## Продавливание

Расчет выполнен по СП 63.13330.2018 с изменениями №1,2

Коэффициент надежности по ответственности  $g_n = 1$

Площадка приложения нагрузки расположена внутри элемента



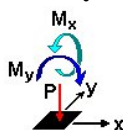
### Бетон

Вид бетона: Тяжелый

Класс бетона: В25

Коэффициенты условий работы бетона		
$g_{b1}$	учет нагрузок длительного действия	0,9
$g_{b2}$	учет характера разрушения	1
$g_{b3}$	учет вертикального положения при бетонировании	1
$g_{b5}$	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

### Знаки усилий



### Результаты расчета по комбинациям загрузений

	P	$M_x$	$M_y$
	T	$T^*M$	$T^*M$
1	2,3	0,4	0,1

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.49	прочность на продавливание бетонного элемента при действии сосредоточенной силы и изгибающих моментов с векторами вдоль осей X, Y	0,063

**Коэффициент использования 0,052 - прочность на продавливание бетонного элемента при действии сосредоточенной силы и изгибающих моментов с векторами вдоль осей X, Y**

## Расчет узла сопряжения колонна-балка

Проект:  
Проект №:  
Автор :



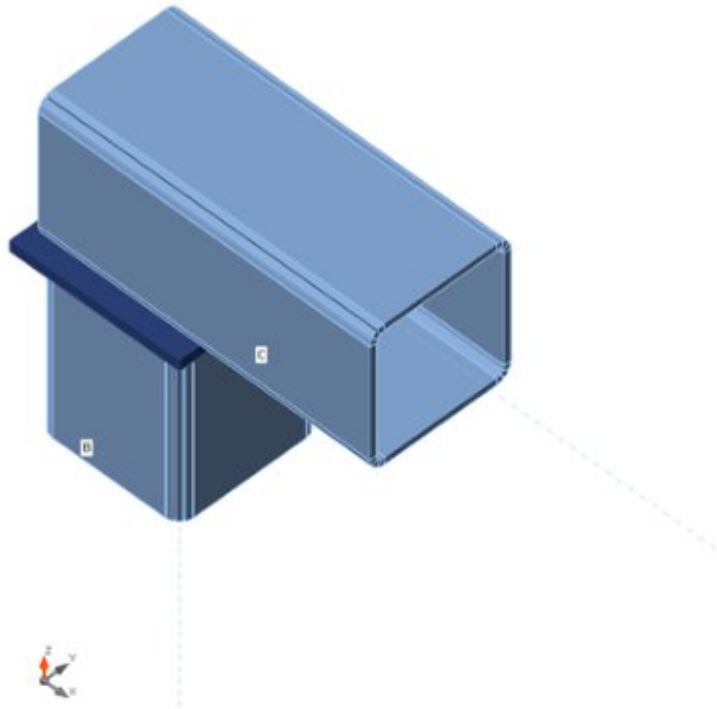
### Элемент проекта CON1

#### Исполнение

Имя: CON1  
Описание:  
Расчёт: Напряжения, деформации/ упрощённое задание нагрузок

#### Балки и колонны

Имя	Сечение	$\beta$ - Направление [°]	$\gamma$ - Наклон [°]	$\alpha$ - Вращение [°]	$e_x$ - Смещение [mm]	$e_y$ - Смещение [mm]	$e_z$ - Смещение [mm]	Приложение сил
C	5 - 100 x 5	0,0	0,0	0,0	-50	0	0	Узел
B	5 - 100 x 5	0,0	90,0	0,0	0	0	0	Узел



#### Сечения

Имя	Материал
5 - 100 x 5	C255

#### Загрузки (равновесие не требуется)

Имя	Member	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
LE1	C	0,0	0,0	-20,0	0,0	0,0	0,0

Проект:  
Проект №:  
Автор :

## Проверка

### Краткий отчёт

Имя	Значение	Статус проверки
Расчёт	100,0%	OK
Пластины	0,0 < 5,0%	OK
Сварные швы	70,3 < 100%	OK
Устойчивость	52,10	
GMNA	Вычислено	

### Пластины

Имя	$R_y$ [MPa]	Толщина [mm]	Нагрузки	$\sigma$ [MPa]	$\epsilon_{pl}$ [%]	$\sigma_{Ed}$ [MPa]	Статус проверки
C	248,8	5,0	LE1	243,9	0,0	0,0	OK
B	248,8	5,0	LE1	74,9	0,0	0,0	OK
EP1	248,8	8,0	LE1	74,6	0,0	0,0	OK

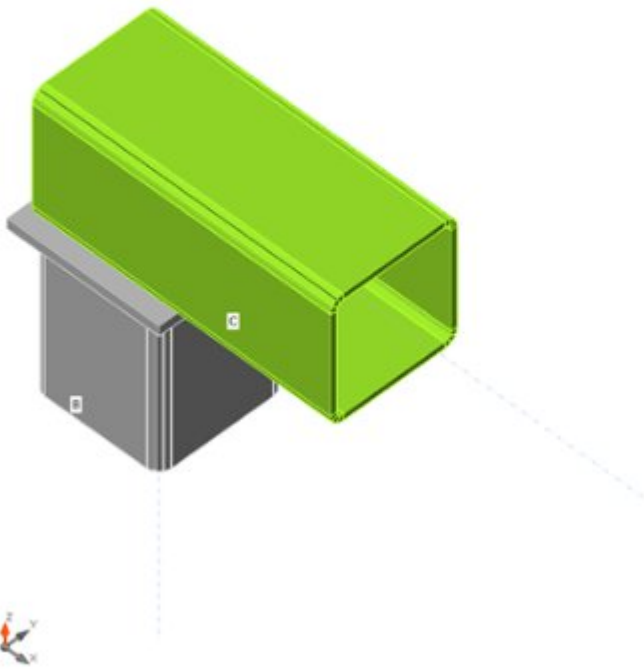
### Данные проекта

Материал	$R_y$ [MPa]	$\epsilon_{lim}$ [%]
C255	248,8	5,0

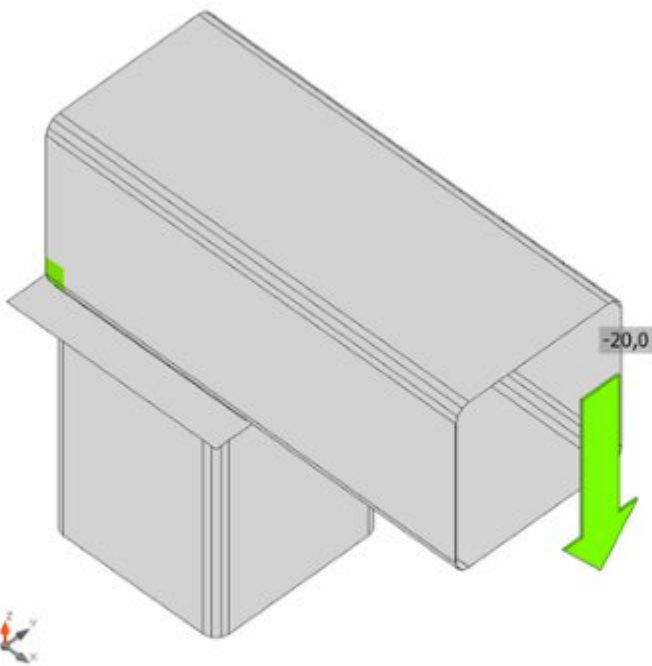
### Пояснения к символам

$\epsilon_{pl}$	Относительная деформация
$\sigma$	Среднее напряжение в бетоне
$R_y$	Предел текучести
$\epsilon_{lim}$	Предельная пластическая деформация

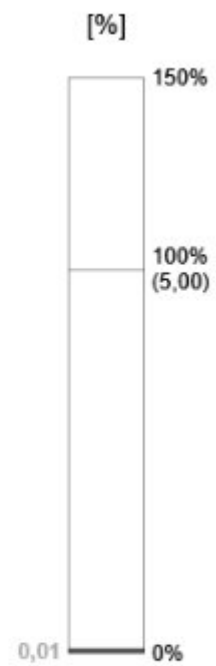
Проект:  
Проект №:  
Автор :



Общая проверка, LE1



Проверка по деформациям, LE1



Проект:  
 Проект №:  
 Автор :

### Сечения сварных швов

Элемент	Край	Электрод	$k_f$ [mm]	$l$ [mm]	$l_{we}$ [mm]	Нагрузки	$N$ [kN]	$U_{twm}$ [%]	$U_{tbm}$ [%]	Конструирование	Статус
EP1	C-w 1	Э50	▲5,0	109	9	LE1	5,7	65,1	70,3	OK	OK
EP1	C-w 1	Э50	▲5,0	109	9	LE1	5,7	65,1	70,3	OK	OK
EP1	B	Э50	▲6,0	367	10	LE1	2,9	25,6	27,7	OK	OK

#### Пояснения к символам

$k_f$	Катет сварного шва
$l$	Фактическая длина сварного шва
$l_{we}$	Расчётная длина элемента сварки
$N$	Усилие сдвига в элементе сварки
$U_{twm}$	Кисп по металлу шва
$U_{tbm}$	Кисп по металлу границы сплавления

#### Подробные результаты для EP1 / C-w 1

##### Проверка прочности по металлу шва (СП 16 - П.14.1)

$$\frac{N}{\beta_f \cdot k_f \cdot l_{we} \cdot R_{wf} \cdot \gamma_c} = 0,65 \leq 1,0$$

Где:

$N = 5,7 \text{ kN}$  – усилие сдвига в элементе сварки

$\beta_f = 0,90$  – коэф-т по металлу шва

$k_f = 5 \text{ mm}$  – катет сварного шва

$l_{we} = 9 \text{ mm}$  – расчётная длина элемента сварки

- $l_{we} = \frac{l_w}{l} \cdot l_e$ , где:
  - $l_w = l - 10 \text{ mm} = 99 \text{ mm}$  – расчётная длина сварного шва
  - $l = 109 \text{ mm}$  – фактическая длина сварного шва
  - $l_e = 10 \text{ mm}$  – фактическая длина элемента сварки

$R_{wf} = 215,6 \text{ MPa}$  – расчётное сопротивление сварного соединения по металлу шва

- $R_{wf} = 0,55 \cdot \frac{R_{wsw}}{\gamma_{wsw}}$ , где:
  - $R_{wsw} = 490,0 \text{ MPa}$  – нормативное сопротивление металла швов сварных соединений с угловыми швами
  - $\gamma_{wsw} = 1,25$  – коэф-т надёжности по металлу шва

$\gamma_c = 1,00$  – коэф-т условий работы

Проект:  
 Проект №:  
 Автор :

**Проверка прочности по металлу границы сплавления (СП 16 - п.14.1)**

$$\frac{N}{\beta_z \cdot k_f \cdot l_{we} \cdot R_{wz} \cdot \gamma_c} = 0,70 \leq 1,0$$

Где:

$N = 5,7 \text{ kN}$  – усилие сдвига в элементе сварки

$\beta_z = 1,05$  – коэф-т по металлу границы сплавления

$k_f = 5 \text{ mm}$  – катет сварного шва

$l_{we} = 9 \text{ mm}$  – расчётная длина элемента сварки

- $l_{we} = \frac{l_w}{\gamma} \cdot l_e$ , где:
  - $l_w = l - 10 \text{ mm} = 99 \text{ mm}$  – расчётная длина сварного шва
  - $l = 109 \text{ mm}$  – фактическая длина сварного шва
  - $l_e = 10 \text{ mm}$  – фактическая длина элемента сварки

$R_{wz} = 171,0 \text{ MPa}$  – расчётное сопротивление сварного соединения по металлу границы сплавления

- $R_{wz} = 0,45 \cdot R_{wn}$ , где:
  - $R_{wn} = 380,0 \text{ MPa}$  – нормативное временное сопротивление стали свариваемых деталей

$\gamma_c = 1,00$  – коэф-т условий работы

**Устойчивость**

Нагрузки	Форма	Коэф-т [-]
LE1	1	52,10
	2	53,15
	3	56,56
	4	64,02
	5	85,63
	6	95,05

**Настройки норм**

Элемент	Значение	Ед. изм.	Ссылка
Останавливать на предельной деформации	Нет		
Конструирование	Да		СП 16 - п.14.1.7, Табл. 38, 40
Преднапряжённые болты - коэф-т трения $\mu$	0,35	-	СП 16 - Таблица 42
Тип нагрузки на болты	Static		СП 16 - Таблица 42
Тип сварки	Автом. и мех. (d = 1,4-2,0 мм)		СП 16 - Таблица 39
Длина анкерки для вычисления жёсткости [d]	8	-	EN 1993-1-8 - Table 6.11
Коэф-т условий работы, $\gamma_c$	1,00	-	СП 16 - Таблица 1
Предельная пластическая деформация	0,05	-	EN 1993-1-5 - Cl.C.8
Проверка лок. пластич. деф-ий	Нет		

## Описание расчетной части

### Расчет металлических конструкций КТПН

#### 1.1. Описание расчетной модели

Расчетная схема определена как система с признаком 5. Это означает, что рассматривается система общего вида, деформации которой и ее основные неизвестные представлены линейными перемещениями узловых точек вдоль осей X, Y, Z и поворотами вокруг этих осей.

Выборный режим статического расчета.

Статический расчет системы выполнен в линейной постановке.

Общий вид расчётной модели здания см. рис. 1.

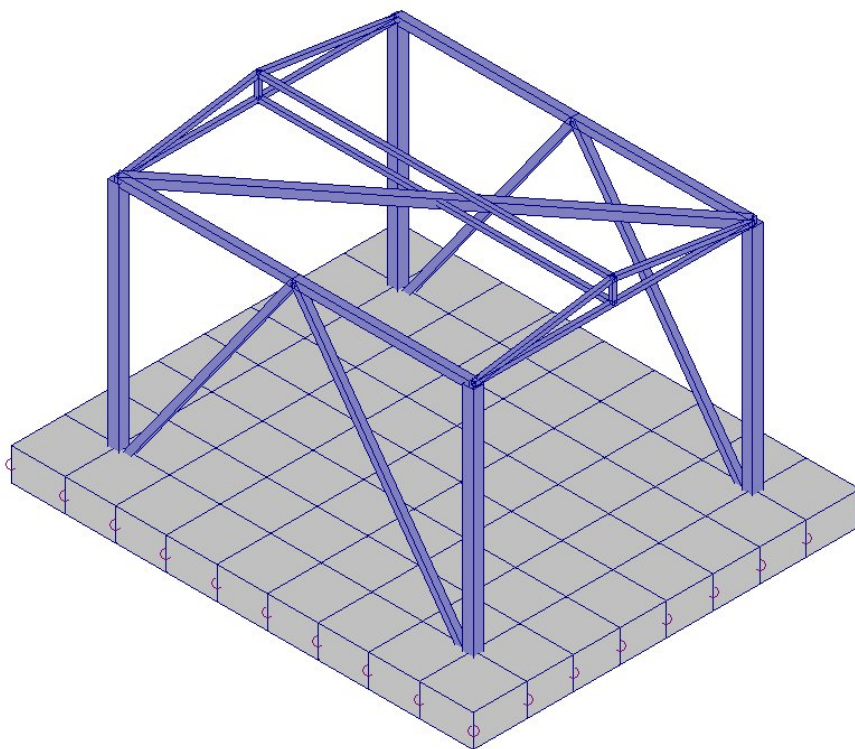


Рис.1. Общий вид расчётной модели

## 1.2. Граничные условия

Граничные условия заданы следующим образом. Колонны здания закреплены жестко по всем степеням свободы в обеих плоскостях.

## 1.3. Жесткости

Единицы измерения:

- Линейные размеры: м
- Размеры сечений: мм
- Силы: Т

Толщина пластин представлена в единицах измерения линейных размеров.

Жесткости		
Тип	Жесткость	Изображение
1	<p>Жесткость стержневых элементов - профиль металлопроката Каталог: Полный каталог профилей ГОСТ.. Семейство: Квадратные трубы по ГОСТ 32931-2015 Профиль: 60x5.0</p> <p>Модуль упругости <math>E = 21000000,77 \text{ Т/м}^2</math> Коэффициент Пуассона <math>\nu = 0,3</math> Объемный вес <math>\gamma = 7,85 \text{ Т/м}^3</math> Коэффициент температурного расширения <math>\alpha = 1,2e-005</math> Продольная жесткость <math>EF = 21756 \text{ Т}</math> Изгибная жесткость (ось Y) <math>EI_y = 10,6 \text{ Т*м}^2</math> Изгибная жесткость (ось Z) <math>EI_z = 10,6 \text{ Т*м}^2</math> Сдвиговая жесткость (ось Y) <math>GF_y = 3585,09 \text{ Т}</math> Сдвиговая жесткость (ось Z) <math>GF_z = 3585,09 \text{ Т}</math> Крутильная жесткость <math>GI_{кр} = 6,72 \text{ Т*м}^2</math> Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U) <math>a_{y+} = 1,62 \text{ см}</math> Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U) <math>a_{y-} = 1,62 \text{ см}</math> Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V) <math>a_{z+} = 1,62 \text{ см}</math> Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V) <math>a_{z-} = 1,62 \text{ см}</math></p>	
2	<p>Жесткость стержневых элементов - профиль металлопроката Каталог: Полный каталог профилей ГОСТ.. Семейство: Квадратные трубы по ГОСТ 32931-2015 Профиль: 80x5.0</p> <p>Модуль упругости <math>E = 21000000,77 \text{ Т/м}^2</math> Коэффициент Пуассона <math>\nu = 0,3</math> Объемный вес <math>\gamma = 7,85 \text{ Т/м}^3</math> Коэффициент температурного расширения <math>\alpha = 1,2e-005</math> Продольная жесткость <math>EF = 30156 \text{ Т}</math> Изгибная жесткость (ось Y) <math>EI_y = 27,6 \text{ Т*м}^2</math> Изгибная жесткость (ось Z) <math>EI_z = 27,6 \text{ Т*м}^2</math> Сдвиговая жесткость (ось Y) <math>GF_y = 5025,47 \text{ Т}</math> Сдвиговая жесткость (ось Z) <math>GF_z = 5025,47 \text{ Т}</math> Крутильная жесткость <math>GI_{кр} = 17,04 \text{ Т*м}^2</math> Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U) <math>a_{y+} = 2,29 \text{ см}</math> Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U) <math>a_{y-} = 2,29 \text{ см}</math> Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V) <math>a_{z+} = 2,29 \text{ см}</math> Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V) <math>a_{z-} = 2,29 \text{ см}</math></p>	
3	<p>Имя типа жесткости: <math>h=0.3</math> Жесткости пластин Модуль упругости <math>E = 3060000 \text{ Т/м}^2</math> Коэффициент Пуассона <math>\nu = 0,2</math> Толщина <math>h = 0,3 \text{ м}</math></p>	

<b>Жесткости</b>		
Тип	Жесткость	Изображение
	Объемный вес $\gamma = 2,5 \text{ Т/м}^3$ Коэффициент температурного расширения $\alpha = 1, \text{e-}005$	
4	Связь конечной жесткости $E_X = 100 \text{ Т/м}$ $E_Y = 100 \text{ Т/м}$	
5	Жесткость стержневых элементов - профиль металлопроката Каталог: Полный каталог профилей ГОСТ.. Семейство: Квадратные трубы по ГОСТ 32931-2015 Профиль: 50x3.0  Модуль упругости $E = 21000000,77 \text{ Т/м}^2$ Коэффициент Пуассона $\nu = 0,3$ Объемный вес $\gamma = 7,85 \text{ Т/м}^3$ Коэффициент температурного расширения $\alpha = 1,2 \text{e-}005$ Продольная жесткость $EF = 11361 \text{ Т}$ Изгибная жесткость (ось Y) $EI_y = 4,09 \text{ Т*м}^2$ Изгибная жесткость (ось Z) $EI_z = 4,09 \text{ Т*м}^2$ Сдвиговая жесткость (ось Y) $GF_y = 1895,81 \text{ Т}$ Сдвиговая жесткость (ось Z) $GF_z = 1895,81 \text{ Т}$ Крутильная жесткость $GJ_{кр} = 2,52 \text{ Т*м}^2$ Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U) $a_{u+} = 1,44 \text{ см}$ Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U) $a_{u-} = 1,44 \text{ см}$ Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V) $a_{v+} = 1,44 \text{ см}$ Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V) $a_{v-} = 1,44 \text{ см}$	
6	Жесткость стержневых элементов - профиль металлопроката Каталог: Полный каталог профилей ГОСТ.. Семейство: Квадратные трубы по ГОСТ 32931-2015 Профиль: 35x3.0  Модуль упругости $E = 21000000,77 \text{ Т/м}^2$ Коэффициент Пуассона $\nu = 0,3$ Объемный вес $\gamma = 7,85 \text{ Т/м}^3$ Коэффициент температурного расширения $\alpha = 1,2 \text{e-}005$ Продольная жесткость $EF = 7581 \text{ Т}$ Изгибная жесткость (ось Y) $EI_y = 1,25 \text{ Т*м}^2$ Изгибная жесткость (ось Z) $EI_z = 1,25 \text{ Т*м}^2$ Сдвиговая жесткость (ось Y) $GF_y = 1247,85 \text{ Т}$ Сдвиговая жесткость (ось Z) $GF_z = 1247,85 \text{ Т}$ Крутильная жесткость $GJ_{кр} = 0,79 \text{ Т*м}^2$ Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U) $a_{u+} = 0,94 \text{ см}$ Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U) $a_{u-} = 0,94 \text{ см}$ Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V) $a_{v+} = 0,94 \text{ см}$ Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V) $a_{v-} = 0,94 \text{ см}$	

Коэффициенты постели

Модель Пастернака

**Список грунтов**

	Наименование	Модуль деформации	Коэффициент Пуассона	Толщина слоя
		$\text{Т/м}^2$		м
1	ИГЭ-2 Песок	2830	0,3	3

Коэффициент сжатия  $C_1 - 1269,872 \text{ Т/м}^3$

Коэффициент сдвига  $C_2 - 1088,462 \text{ Т/м}$

## 1.4. Нагрузки и воздействия

При проектировании учтены нагрузки и воздействия на здания, которые были определены согласно СП 20.13330.2016 «СНиП 2.01.07 - 85 «Нагрузки и воздействия». Значения принятых нагрузок и коэффициентов представлены в табл. 2.

Табл. 2. Здание. Нагрузки и воздействия

Тип нагрузки	$P_n$	$\gamma_f$	$P$	$K_{длит}$	$K_1$
<b>Постоянные:</b>					
• с.в. несущих конструкции	SCAD*	1,05	SCAD*	-	1
• с.в. кровли	10	1.16	12	-	1
• С.в. ограждающих конструкций	10	1,2	12	-	1
<b>Временные: - кратковременные:</b>					
• снеговая	II снеговой район	1,4	II снеговой район	0,5	0,9
• ветровая	III ветровой район	1,4	III ветровой район	0	±0,9

**примечание:** SCAD\* - нагрузка определяется программным комплексом автоматически;

где:  $P_n$  – нормативное значение нагрузки, кгс/м<sup>2</sup> (кроме оговоренных);

$\gamma_f$  – коэффициент надежности по нагрузке;

$P$  – расчетное значение нагрузки, кгс/м<sup>2</sup> (кроме оговоренных);

$K_{длит}$  – коэффициент перехода от полных значений кратковременной нагрузки к пониженным значениям временной нагрузки длительного действия (доля длительности);

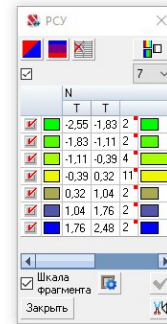
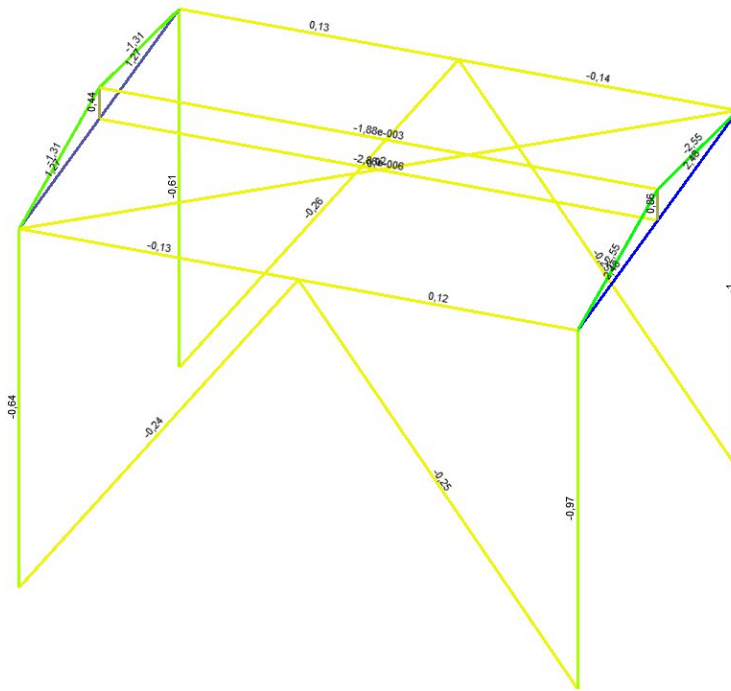
Таблица параметров динамических воздействий (фрагмент из скриншота):

Загрузка	Коэффициент
6 Ограждения	0,9
1 СВ	0,9
2 Кровля	0,9
3 Снег	0,5
6 Ограждения	0,9

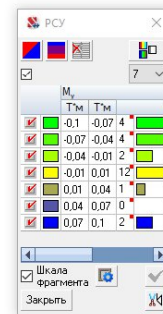
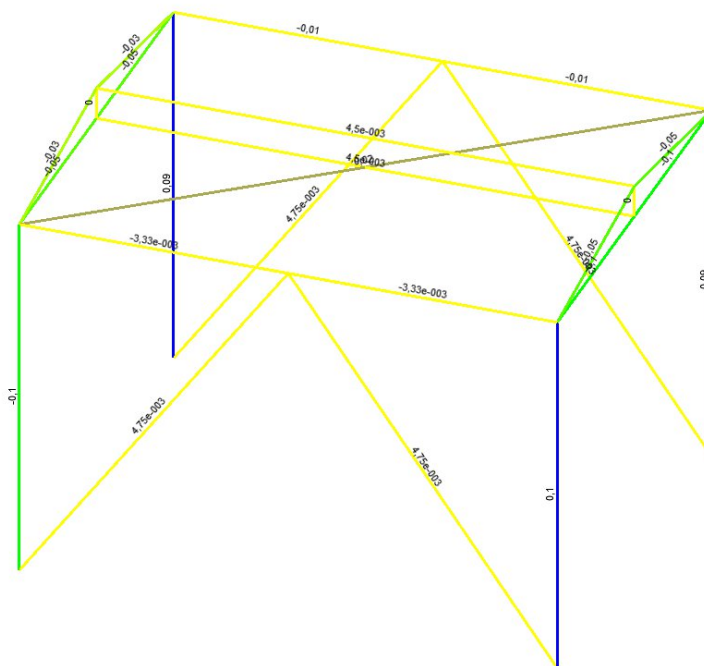
Параметры динамических воздействий (фрагмент из скриншота):

- Общие данные: СП 14.13330.2018 Строительство в сейсмических районах. Изменение №2
- Вид воздействия: Сейсмические воздействия
- Расчетная ситуация: Расчетное землетрясение - решение по линейно-спектральной методике
- Число учитываемых форм собственных колебаний: 3
- Категория грунта: категория
- Сейсмичность: 8 баллов
- Учет близости частот (формула 5.9):

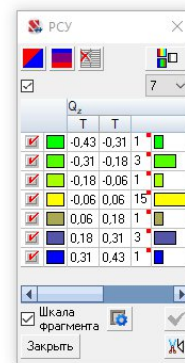
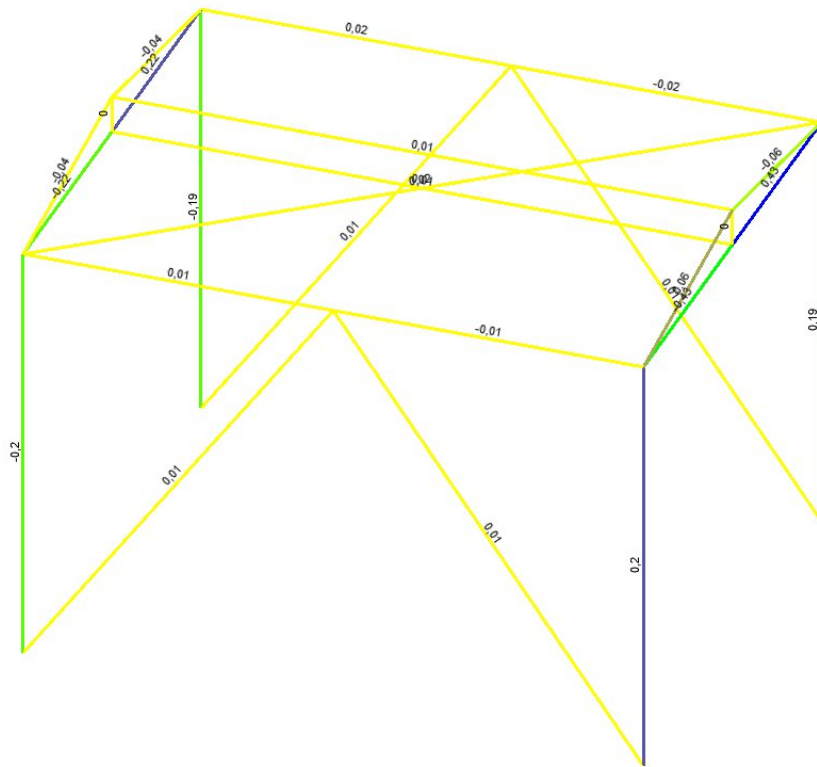
### 1.4.1. Результаты расчета. Эпюры от расчетных сочетаний усилий



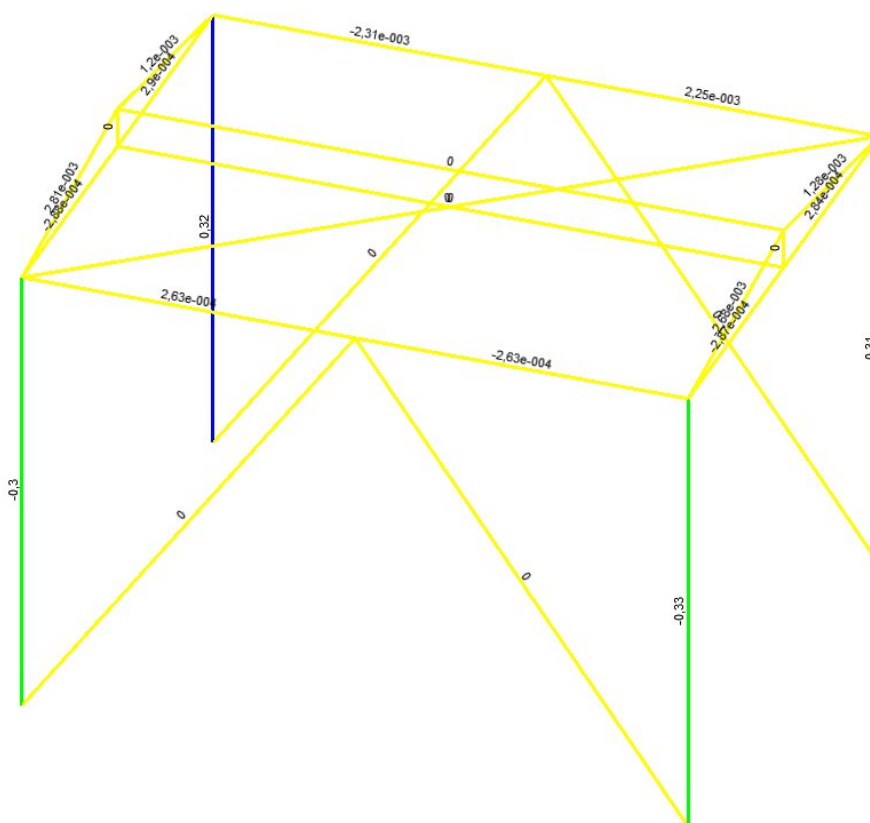
Усилия N, металлического каркаса, тс



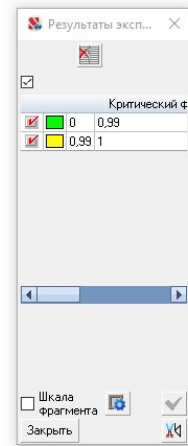
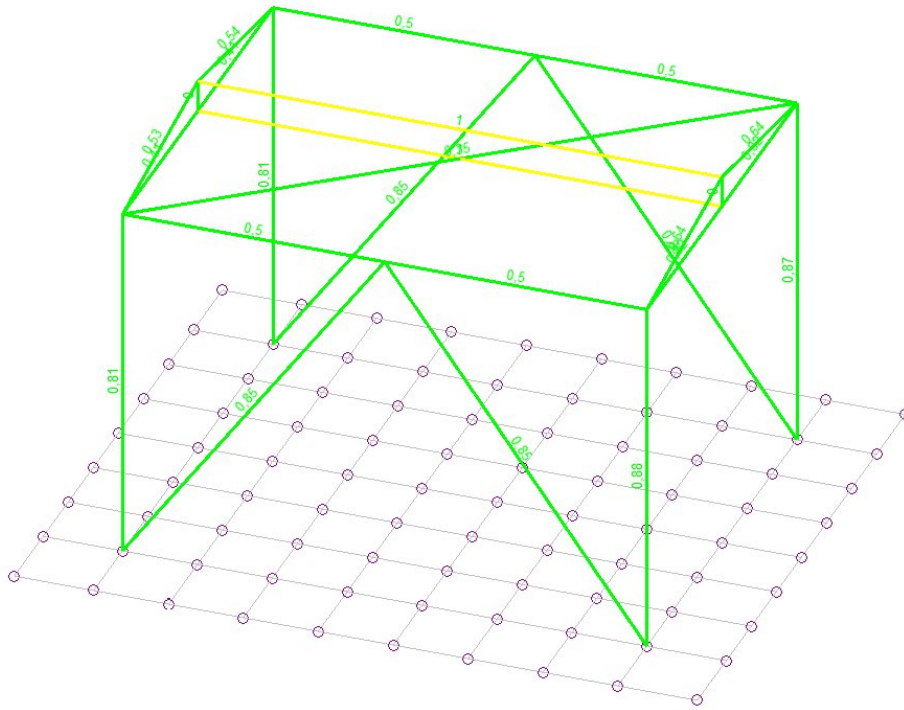
Момент  $M_u$ , металлического каркаса, тс\*м



Усилия Qz, металлического каркаса, тс



Момент Mz, металлического каркаса, тс\*м



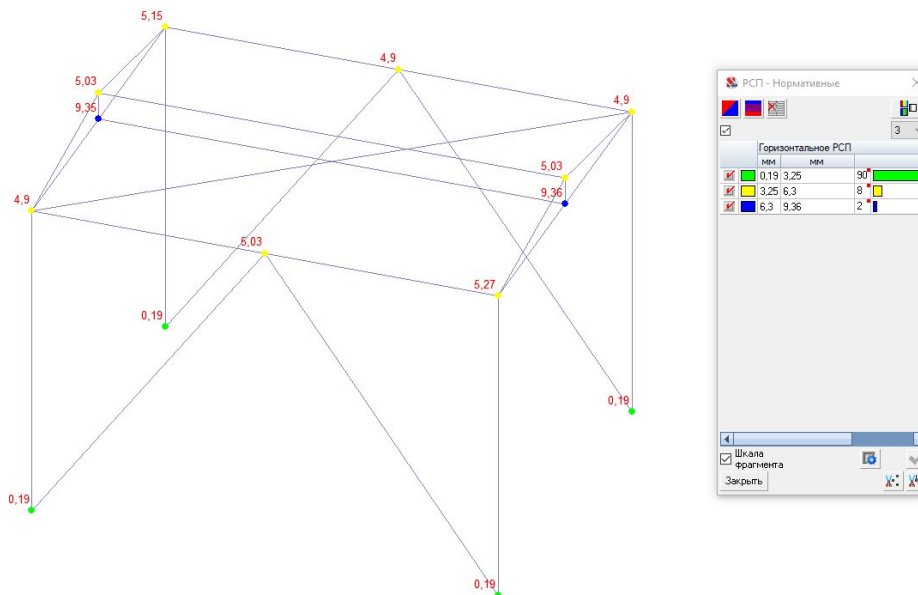
Усилия  $Q_y$ , металлического каркаса, тс

## 1.5. Основные результаты расчета

### Перемещения

Горизонтальные перемещения:

Перемещение верха колонн здания по оси Y при совместном воздействии вертикальных и горизонтальных нагрузок составляет  $f = 9,4$  мм и не превышает предельно допустимого значения ( $f < l/150 = 2300/150 = 15.3$  мм).

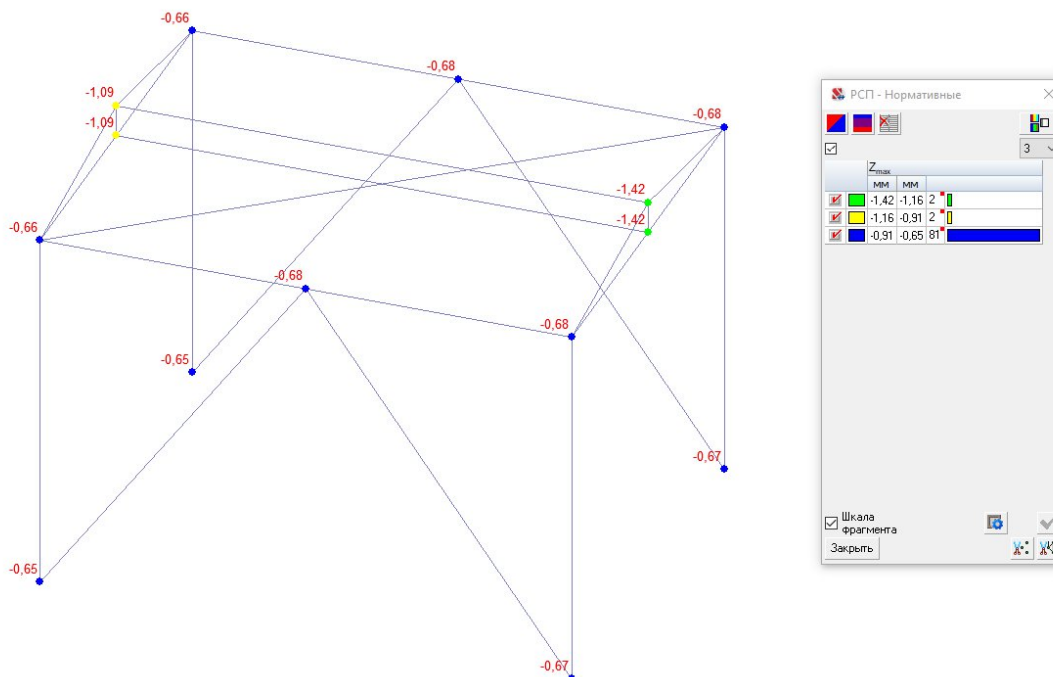


Горизонтальные перемещения

Прогиб балки:

Допустимое значение прогиба согласно СП 20.13330.2016 составляет  $2100/150=14$ мм.

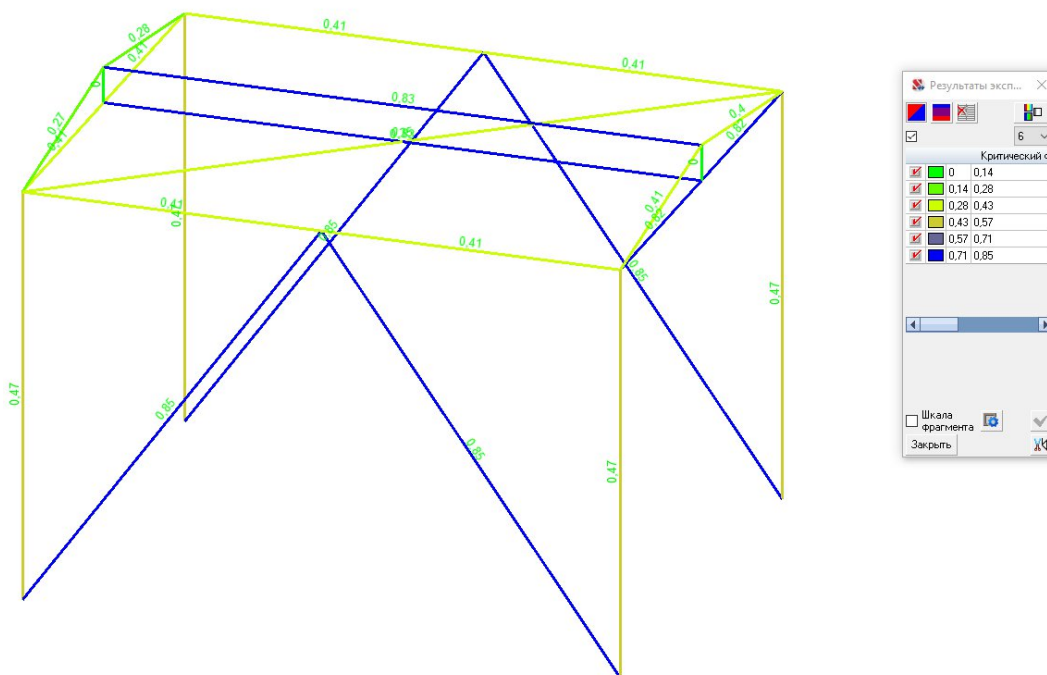
Максимальный прогиб фермы равен 1,42 мм, что не превышает допустимого значения.



Вертикальные перемещения

### Результаты проверки элементов стальных конструкций

Расчет и проверка элементов стальных конструкций выполнен согласно требованиям СП16.13330.2017. Согласно результатам проверок сечений стальных конструкций по требованиям по СП16.13330.2017 коэффициент использования по проверяемым факторам не превосходит 0,85. Ниже представлены результаты по проверке элементов стальных конструкций.



На схеме представлены коэффициенты использования элементов.

# Результаты экспертизы стальных конструкций

Расчет выполнен по СП 16.13330.2017 с изменениями №1,2

## Конструктивная группа колонны

### Конструктивная группа колонны. Элемент № 1

Тип элемента: Стойка


Сталь: С255

Длина элемента 2,3 м

Предельная гибкость для сжатых элементов: 180 - 60a

Предельная гибкость для растянутых элементов: 400

Коэффициент условий работы 1

Количество закреплений сжатого пояса в пролете	Вид нагрузки в пролете	Эпюра М	Пояс, к которому приложена нагрузка
Без закреплений	Равномерно распределенная		Сжатый

Коэффициент надежности по ответственности 1

Дополнительные коэффициенты условий работы	
Расчет на прочность при сейсмике	0
Расчет на устойчивость при сейсмике	0
При особых (не сейсмических) воздействиях	1
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

Неупругая работа сечения не допускается

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OZ_1$  1,17

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OY_1$  1,17

Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба:

коэффициент к геометрической длине = 1

Тип эпюры моментов



Положение нагрузки



Расстояние между раскреплениями из плоскости изгиба:

коэффициент к геометрической длине = 1

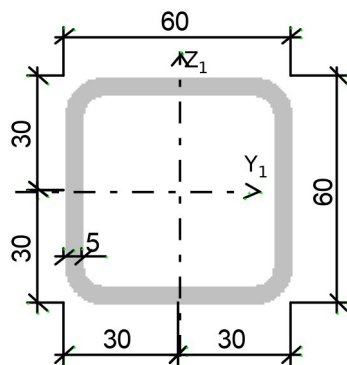
Коэффициенты расчетной длины, зависящие от условий закреплений опорных сечений:

поворот из плоскости изгиба = 1

депланация = 1

Соотношение концевых моментов  $\eta = 0$

**Сечение**



Профиль: Квадратные трубы по ГОСТ 32931-2015 60x5.0

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента $M_y$	0,19	L1+L2+0.9*L3-L5+L6
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента $M_z$	0,66	L1+L2+0.9*L3+L4+L6
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы $Q_y$	0,05	L1+L2+0.9*L3+L4+L6
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы $Q_z$	0,03	L1+L2+L5+L6
п. 9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	0,69	L1+L2+0.9*L3+L4+L6
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOY (XOU)	0,06	L1+L2+L3+0.9*L4+L6
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOZ (XOV)	0,06	L1+L2+L3+0.9*L4+L6
пп. 9.2.2, 9.2.10	Устойчивость в плоскости действия момента $M_y$ при внецентренном сжатии	0,06	L1+L2+L3+0.9*L4+L6
пп. 9.2.8, 9.2.10, 9.3.1, 9.3.2	Устойчивость в плоскости действия момента $M_z$ при внецентренном сжатии	0,03	L1+L2+L5+L6
пп. 9.2.9, 9.2.10, 9.3.1, 9.3.2	Устойчивость при сжатии с изгибом в двух плоскостях	0,27	L1+L2+0.9*L3-L5+L6
пп. 9.2.4, 9.2.5, 9.2.8, 9.2.10	Устойчивость из плоскости действия момента $M_y$ при внецентренном сжатии	0,06	L1+L2+L3+0.9*L4+L6
пп. 9.2.4, 9.2.5, 9.2.8, 9.2.10, 9.3.1, 9.3.2	Устойчивость из плоскости действия момента $M_z$ при внецентренном сжатии	0,03	L1+L2+L5+L6
п. 8.4.1	Устойчивость плоской формы изгиба	0,66	L1+L2+0.9*L3+L4+L6
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOY	0,81	L1+L2+0.9*L3+L4+L6
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0,81	L1+L2+0.9*L3+L4+L6
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	0,12	0.9*L1+0.9*L2+0.9*L6-L7
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	0,17	L1+L2+0.9*L3+L5+L6


**Коэффициент использования 0,81 - Предельная гибкость в плоскости XOY**

**Конструктивная группа Ферма**  
**Конструктивная группа Балки. Элемент № 179**

Тип элемента: Ферма

Сталь: С255

Длина элемента 1,3 м

Количество закреплений сжатого пояса в пролете	Вид нагрузки в пролете	Эпюра М	Пояс, к которому приложена нагрузка
Без закреплений	Равномерно распределенная		Сжатый

Коэффициент надежности по ответственности 1

Дополнительные коэффициенты условий работы	
Расчет на прочность при сейсмике	0
Расчет на устойчивость при сейсмике	0
При особых (не сейсмических) воздействиях	1
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

Неупругая работа сечения не допускается

Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба:  
 коэффициент к геометрической длине = 1

Тип эпюры моментов



Положение нагрузки



Расстояние между раскреплениями из плоскости изгиба:

коэффициент к геометрической длине = 1

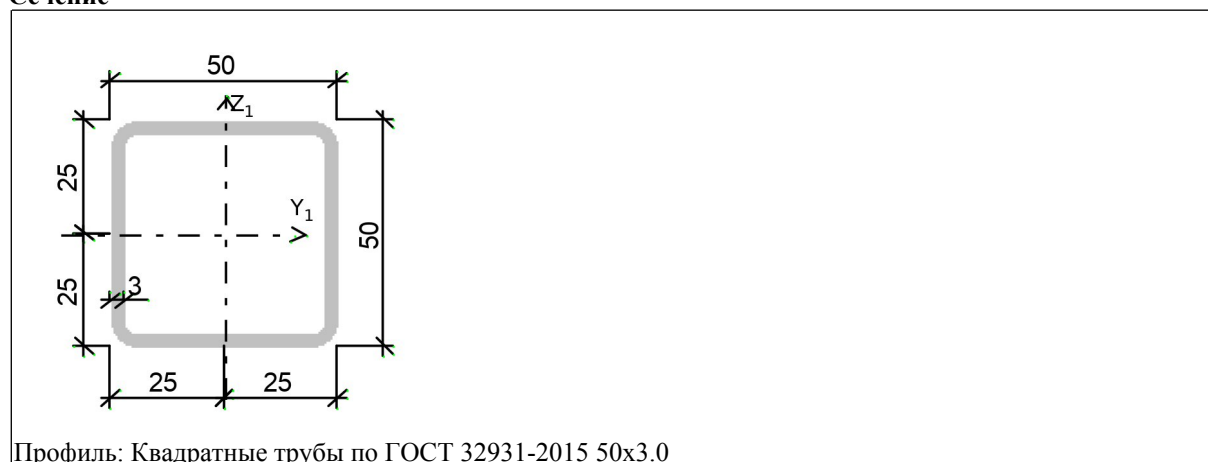
Коэффициенты расчетной длины, зависящие от условий закрепления опорных сечений:

поворот из плоскости изгиба = 1

депланация = 1

Соотношение концевых моментов  $\eta = 0$

**Сечение**



Профиль: Квадратные трубы по ГОСТ 32931-2015 50x3.0

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы	0,03	L1+L2+0.9*L3-L4+L6
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента	0,51	L1+L2+0.9*L3-L4+L6
п. 8.4.1	Устойчивость плоской формы изгиба при действии момента	0,51	L1+L2+0.9*L3-L4+L6
п. 8.2.1	Прочность по приведенным напряжениям при одновременном действии изгибающего момента и поперечной силы	0,34	L1+L2+0.9*L3-L4+L6
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	0,13	L1+L2+L4+L6
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	0,21	L1+L2+0.9*L3-L4+L6

**Коэффициент использования 0,51 - Прочность при действии изгибающего момента**

**Конструктивная группа распорки. Элемент № 186**

**Тип элемента:** Элемент общего вида

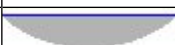
**Сталь:** С255

Длина элемента 3,3 м

Предельная гибкость для сжатых элементов: 180 - 60a

Предельная гибкость для растянутых элементов: 400

Коэффициент условий работы 1

Количество закреплений сжатого пояса в пролете	Вид нагрузки в пролете	Эпюра М	Пояс, к которому приложена нагрузка
Без закреплений	Равномерно распределенная		Сжатый

Коэффициент надежности по ответственности 1

Дополнительные коэффициенты условий работы	
Расчет на прочность при сейсмике	0
Расчет на устойчивость при сейсмике	0
При особых (не сейсмических) воздействиях	1
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

Неупругая работа сечения не допускается

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OZ_1$  1

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OY_1$  1

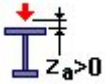
Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба:

коэффициент к геометрической длине = 1

Тип эпюры моментов



Положение нагрузки



Расстояние между раскреплениями из плоскости изгиба:

коэффициент к геометрической длине = 1

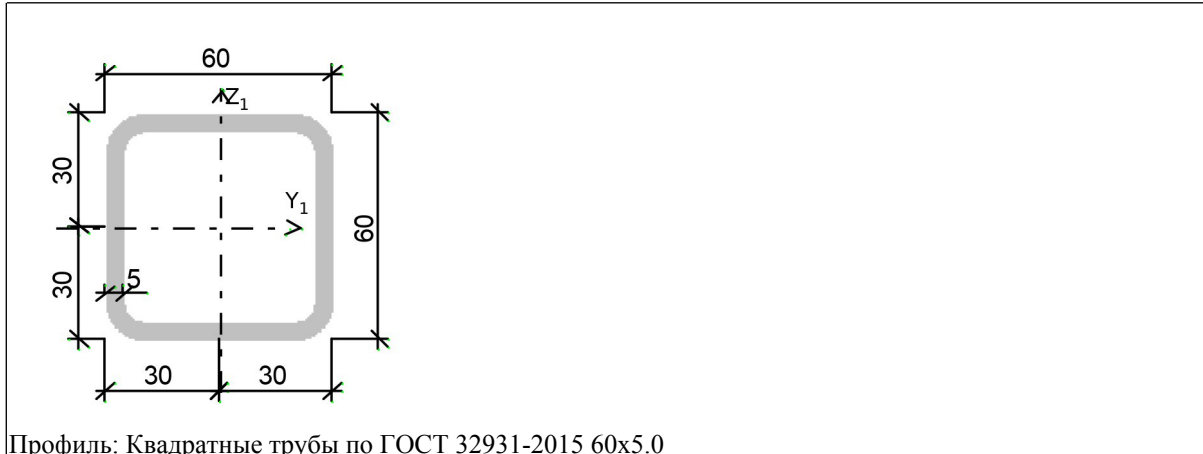
Коэффициенты расчетной длины, зависящие от условий закреплений опорных сечений:

поворот из плоскости изгиба = 1

депланация = 1

Соотношение концевых моментов  $\mu = 0$

**Сечение**



Профиль: Квадратные трубы по ГОСТ 32931-2015 60x5.0

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента $M_y$	0,03	L1+L2-L4+L6
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы $Q_z$	$2,13 \cdot 10^{-003}$	L1+L2-L4+L6
п. 9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	0,03	L1+L2+0.9*L3+L4+L6
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOY (XOU)	$5,96 \cdot 10^{-004}$	L1+L2+0.9*L3+L4+L6
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOZ (XOV)	$5,96 \cdot 10^{-004}$	L1+L2+0.9*L3+L4+L6
п. 7.1.1	Прочность при центральном сжатии/растяжении	$1,74 \cdot 10^{-004}$	L1+L2+0.9*L3+L4+L6
п. 8.4.1	Устойчивость плоской формы изгиба	0,03	L1+L2-L4+L6
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOY	1	L1+L2+0.9*L3+L4+L6
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOZ	1	L1+L2+0.9*L3+L4+L6
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	0,14	L1+L2+0.9*L3+L4+L6
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	0,14	L1+L2+0.9*L3+L4+L6

**Коэффициент использования 1 - Предельная гибкость в плоскости XOY**

Конструктивная группа верт связи. Элемент № 6

Тип элемента: Элемент общего вида


Сталь: С255

Длина элемента 2,83 м

Предельная гибкость для сжатых элементов: 180 - 60a

Предельная гибкость для растянутых элементов: 400

Коэффициент условий работы 1

Количество закреплений сжатого пояса в пролете	Вид нагрузки в пролете	Эпюра М	Пояс, к которому приложена нагрузка
Без закреплений	Равномерно распределенная		Сжатый

Коэффициент надежности по ответственности 1

Дополнительные коэффициенты условий работы	
Расчет на прочность при сейсмике	0
Расчет на устойчивость при сейсмике	0
При особых (не сейсмических) воздействиях	1
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

Неупругая работа сечения не допускается

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OZ_1$  1

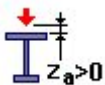
Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OY_1$  1

Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба:  
коэффициент к геометрической длине = 1

Тип эпюры моментов



Положение нагрузки



Расстояние между раскреплениями из плоскости изгиба:

коэффициент к геометрической длине = 1

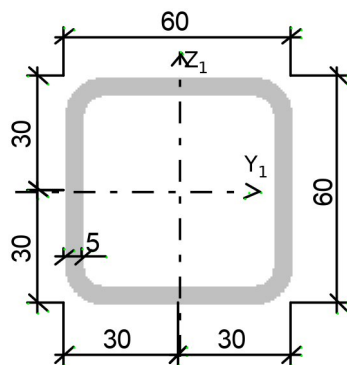
Коэффициенты расчетной длины, зависящие от условий закреплений опорных сечений:

поворот из плоскости изгиба = 1

депланация = 1

Соотношение конечных моментов  $\eta = 0$

Сечение



Профиль: Квадратные трубы по ГОСТ 32931-2015 60x5.0

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента $M_y$	0,01	L1+L2+0.9*L3+L5+L6
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы $Q_z$	$1,07 \cdot 10^{-003}$	L1+L2+0.9*L3+L5+L6
п. 9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	0,02	L1+L2-L5+L6
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOY (XOU)	0,02	L1+L2-L5+L6
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOZ (XOV)	0,02	L1+L2-L5+L6
пп. 9.2.2, 9.2.10	Устойчивость в плоскости действия момента $M_y$ при внецентренном сжатии	0,04	L1+L2-L5+L6
пп. 9.2.4, 9.2.5, 9.2.8, 9.2.10	Устойчивость из плоскости действия момента $M_y$ при внецентренном сжатии	0,03	L1+L2-L5+L6
п. 7.1.1	Прочность при центральном сжатии/растяжении	0,01	L1+L2-L5+L6
п. 8.4.1	Устойчивость плоской формы изгиба	0,01	L1+L2+0.9*L3-L4+L6
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOY	0,85	L1+L2-L5+L6
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0,85	L1+L2-L5+L6
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	0,14	L1+L2-L5+L6
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	0,14	L1+L2-L5+L6

**Коэффициент использования 0,85 - Предельная гибкость в плоскости XOY**

### Конструктивная группа гор связи. Элемент № 5

**Тип элемента:** Элемент общего вида


**Сталь:** С255

Длина элемента 4,2 м

Предельная гибкость для сжатых элементов: 180 - 60a

Предельная гибкость для растянутых элементов: 400

Коэффициент условий работы 1

Количество закреплений сжатого пояса в пролете	Вид нагрузки в пролете	Эпюра М	Пояс, к которому приложена нагрузка
Без закреплений	Равномерно распределенная		Сжатый

Коэффициент надежности по ответственности 1

Дополнительные коэффициенты условий работы	
Расчет на прочность при сейсмике	0
Расчет на устойчивость при сейсмике	0
При особых (не сейсмических) воздействиях	1
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

Неупругая работа сечения не допускается

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OZ_1$  1

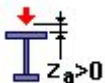
Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OY_1$  1

Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба:  
коэффициент к геометрической длине = 1

Тип эпюры моментов



Положение нагрузки



Расстояние между раскреплениями из плоскости изгиба:

коэффициент к геометрической длине = 1

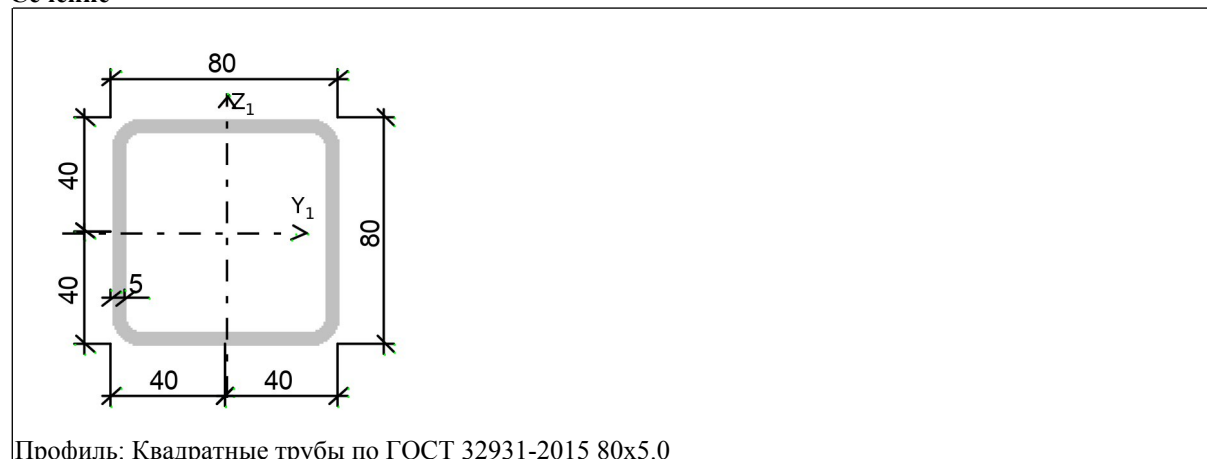
Коэффициенты расчетной длины, зависящие от условий закреплений опорных сечений:

поворот из плоскости изгиба = 1

депланация = 1

Соотношение конечных моментов  $y = 0$

**Сечение**



Профиль: Квадратные трубы по ГОСТ 32931-2015 80x5.0

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента $M_y$	0,03	L1+L2+L3-0.9*L5+L6
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы $Q_z$	$2,68 \cdot 10^{-003}$	L1+L2+L3-0.9*L5+L6
п. 9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	0,03	L1+L2+L3-0.9*L5+L6
п. 7.1.1	Прочность при центральном сжатии/растяжении	$5,1 \cdot 10^{-004}$	L1+L2+L3-0.9*L5+L6
п. 8.4.1	Устойчивость плоской формы изгиба	0,03	L1+L2+L3-0.9*L5+L6
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOY	0,35	L1+L2+L3-0.9*L5+L6
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0,35	L1+L2+L3-0.9*L5+L6
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	0,12	L1+L2+L3-0.9*L5+L6
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	0,05	L1+L2+L5+L6

**Коэффициент использования 0,35 - Предельная гибкость в плоскости XOY**

### Конструктивная группа Стойки фермы. Элемент № 185

**Тип элемента:** Элемент общего вида


**Сталь:** С255

Длина элемента 0,2 м

Предельная гибкость для сжатых элементов: 180 - 60a

Предельная гибкость для растянутых элементов: 400

Коэффициент условий работы 1

Количество закреплений сжатого пояса в пролете	Вид нагрузки в пролете	Эпюра M	Пояс, к которому приложена нагрузка
Без закреплений	Равномерно распределенная		Сжатый

Коэффициент надежности по ответственности 1

Дополнительные коэффициенты условий работы	
Расчет на прочность при сейсмике	0
Расчет на устойчивость при сейсмике	0
При особых (не сейсмических) воздействиях	1
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

Неупругая работа сечения не допускается

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OZ_1$  1

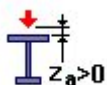
Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OY_1$  1

Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба:  
коэффициент к геометрической длине = 1

Тип эпюры моментов



Положение нагрузки



Расстояние между раскреплениями из плоскости изгиба:

коэффициент к геометрической длине = 1

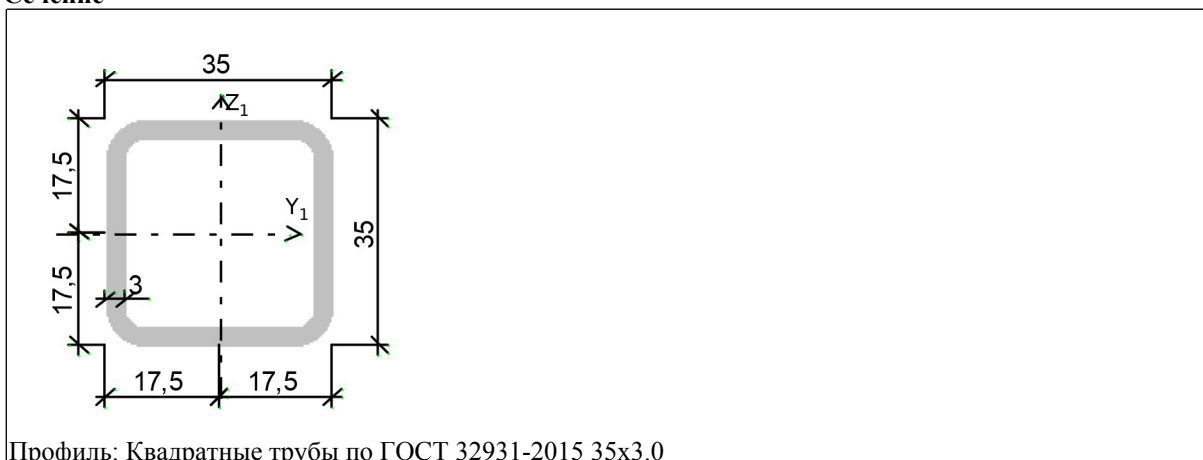
Коэффициенты расчетной длины, зависящие от условий закрепления опорных сечений:

поворот из плоскости изгиба = 1

депланация = 1

Соотношение конечных моментов  $y = 0$

**Сечение**



Профиль: Квадратные трубы по ГОСТ 32931-2015 35x3.0

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	0,09	L1+L2+L3-0.9*L5+L6
п. 7.1.1	Прочность при центральном сжатии/растяжении	0,09	L1+L2+L3-0.9*L5+L6
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOY	0,04	L1+L2+L3-0.9*L5+L6
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0,04	L1+L2+L3-0.9*L5+L6

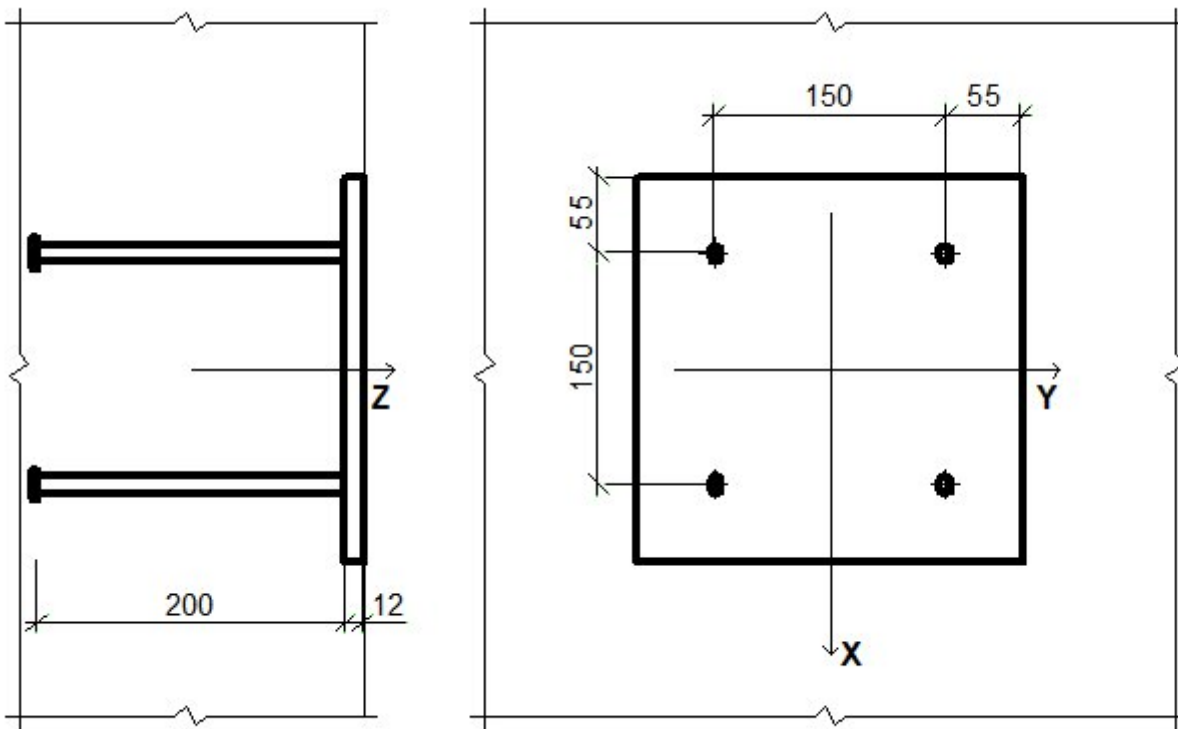
**Коэффициент использования 0,09 - Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики**

# Закладные детали

Расчет выполнен по СП 63.13330.2018 с изменениями №1,2

Коэффициент надежности по ответственности  $g_n = 1$

## Схема детали



## Сталь

Расчетное сопротивление стали, из которой изготовлена пластина  $R_y = 23445,464$  Т/м<sup>2</sup>

## Анкеры

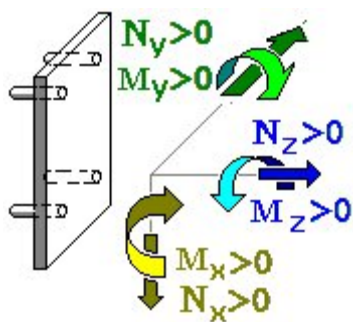
Класс арматуры А240

Диаметр 10 мм

Квадратные пластины усиления

$a=30$  мм

## Знаки усилий



### Бетон

Вид бетона: Тяжелый

Класс бетона: B25

#### Коэффициенты условий работы бетона

$\gamma_{b1}$	учет нагрузок длительного действия	0,9
$\gamma_{b2}$	учет характера разрушения	1
$\gamma_{b3}$	учет вертикального положения при бетонировании	1
$\gamma_{b5}$	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

### Результаты расчета по комбинациям нагрузений

	$N_x$	$N_y$	$N_z$	$M_x$	$M_y$	$M_z$
	T	T	T	T*M	T*M	T*M
1	0,3	0	-1	0	0,1	0,3

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 4.2 Рекомендаций	Прочность наиболее напряженного анкера	0,621

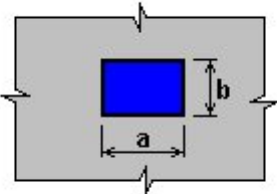
Коэффициент использования 0,621 - Прочность наиболее напряженного анкера

# Местное сжатие

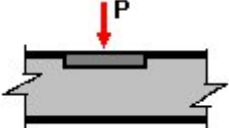
Расчет выполнен по СП 63.13330.2018 с изменениями №1,2

Коэффициент надежности по ответственности  $g_n = 1$

## Схема нагружения

<p>Местная нагрузка вдали от краев элемента</p> 	<p><math>a = 260 \text{ мм}</math> <math>b = 260 \text{ мм}</math></p>
---	--

## Расчетная нагрузка

	<p><math>P = 1 \text{ Т}</math> Распределение нагрузки - равномерное</p>
---	--

## Бетон

Вид бетона: Тяжелый

Класс бетона: В25

Коэффициенты условий работы бетона		
$g_{b1}$	учет нагрузок длительного действия	0,9
$g_{b2}$	учет характера разрушения	1
$g_{b3}$	учет вертикального положения при бетонировании	1
$g_{b5}$	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Результаты расчета		
Проверено по СНиП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.44 СП 63.13330	Прочность из условий местного сжатия для неармированного сечения	0,011

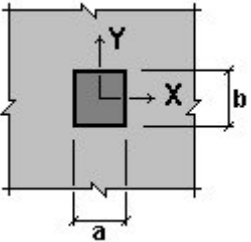
**Коэффициент использования 0,011 - Прочность из условий местного сжатия для неармированного сечения**

# Продавливание

Расчет выполнен по СП 63.13330.2018 с изменениями №1,2

Коэффициент надежности по ответственности  $g_n = 1$

Площадка приложения нагрузки расположена внутри элемента

	$a = 0,26$ м $b = 0,26$ м Высота плиты 0,3 м
---	--

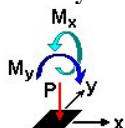
## Бетон

Вид бетона: Тяжелый

Класс бетона: B25

Коэффициенты условий работы бетона		
$g_{b1}$	учет нагрузок длительного действия	0,9
$g_{b2}$	учет характера разрушения	1
$g_{b3}$	учет вертикального положения при бетонировании	1
$g_{b5}$	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

## Знаки усилий



## Результаты расчета по комбинациям загрузений

	P	$M_x$	$M_y$
	T	$T^*M$	$T^*M$
1	1	0,3	0,1

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.49	прочность на продавливание бетонного элемента при действии сосредоточенной силы и изгибающих моментов с векторами вдоль осей X, Y	0,063

**Коэффициент использования 0,052 - прочность на продавливание бетонного элемента при действии сосредоточенной силы и изгибающих моментов с векторами вдоль осей X, Y**

## Описание расчетной части

### Расчет металлических конструкций дымовой башни

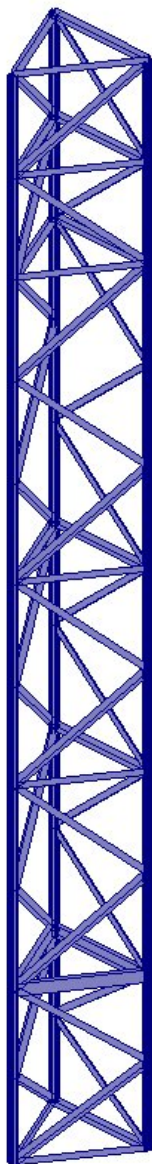
#### 1.1. Описание расчетной модели

Расчетная схема определена как система с признаком 5. Это означает, что рассматривается система общего вида, деформации которой и ее основные неизвестные представлены линейными перемещениями узловых точек вдоль осей X, Y, Z и поворотами вокруг этих осей.

Выбранный режим статического расчета.

Статический расчет системы выполнен в линейной постановке.

Общий вид расчётной модели см. рис. 1.



Общий вид расчётной модели

Тип конечного элемента, сечение, марка стали и класс бетона для каждой группы элементов расчётной модели представлен в табл. 1.

Табл. 1 Характеристики элементов расчётной модели

Название элемента	Тип конечного элемента	Сечение, мм	Класс бетона/ марка стали
Стойки П1	5 (пространств. стержень)	Тр. 89х3 (ГОСТ 10704-91)	Сталь С255
Связь С1	5 (пространств. стержень)	Уг. 63х5 (ГОСТ 8509-83)	Сталь С255
Связь С2	5 (пространств. стержень)	Шв. 12П (ГОСТ 8240-89)	Сталь С255

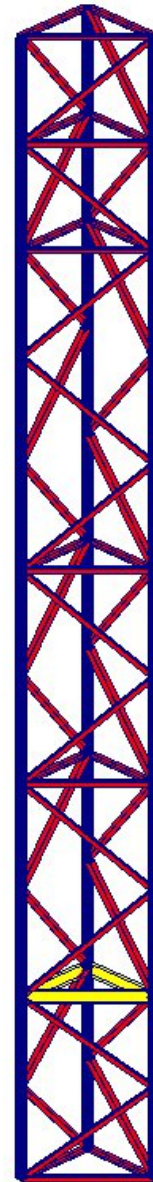
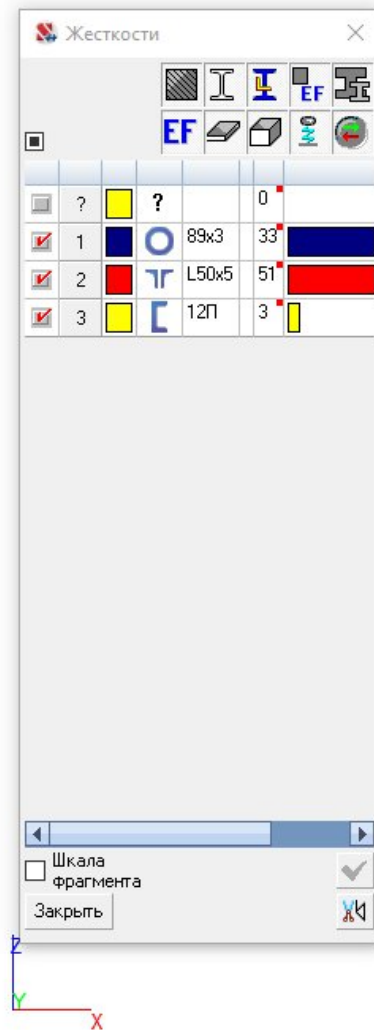
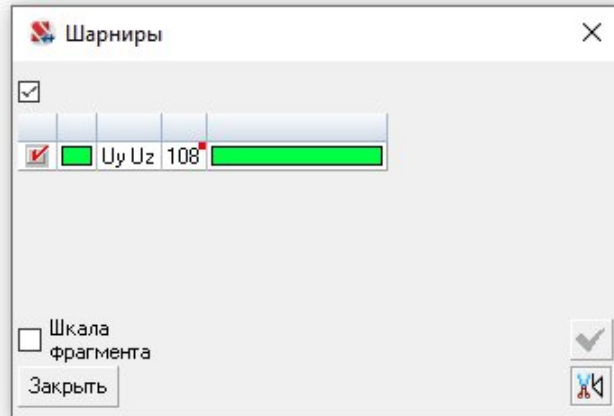
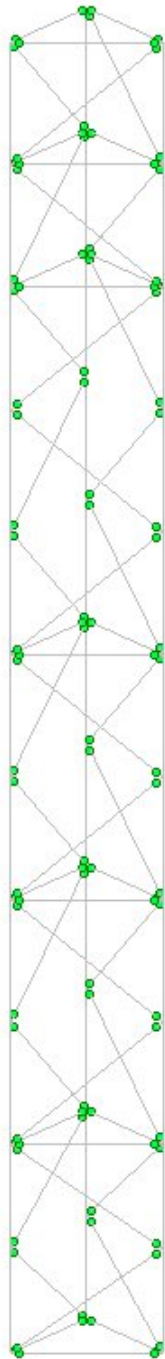
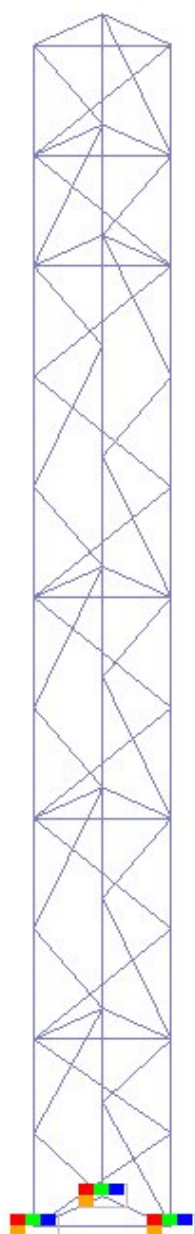


Схема назначения жесткостей



*Схема расположения шарниров*



*Схема устройства связей с фундаментом*

## 1.2. Граничные условия

Граничные условия заданы следующим образом. Колонны здания закреплены жестко по всем степеням свободы в обеих плоскостях.

## 1.3. Нагрузки и воздействия

При проектировании учтены нагрузки и воздействия на здания, которые были определены согласно СП 20.13330.2016 «СНиП 2.01.07 - 85 «Нагрузки и воздействия». Значения принятых нагрузок и коэффициентов представлены в табл. 2.

Расчет ветровой нагрузки на конструкции дымовой трубы

$$c_x = \frac{1}{A_k} \sum c_{xi} A_i$$

Для круглого сечения в запас принимается равным 1,4 в соответствии с В1.13 и В1.14 и табл

В.7

Площадь обдуваемого контура  $A_k = 1,2 * 11 = 13,2 \text{ м}^2$

Площадь вертикальных обдуваемых элементов поперек равна  $A_1 = 0,14 * 11 * 3 * 1,4 = 6,47$

Площадь вертикальных обдуваемых элементов вдоль равна  $A_2 * c = 0,14 * 10 * 3 * 1,4$  на вторую решетчатую конструкцию задается с коэффициентом  $\eta = 0,15$  в соответствии с коэффициентом  $\phi = 1,21$  и соотношением  $b/h = 1$

Площадь горизонтальных элементов с учетом коэф  $c = 2,1$  для квадратного сечения по рис В.19

$$A_2 * c_2 = (0,06 * 1,2 * 6 * 2,1 + 0,12 * 1,2 * 1 * 2,1) * 3 = 4,21$$

Площадь наклонных элементов с учетом коэф  $c = 2,1$  для квадратного сечения по рис В.19

$$A_2 * c_2 = 0,06 * 14,9 * 2,1 * 3 = 5,63$$

Площадь вертикальной дымовой трубы с учетом коэф  $c = 1,4$

$$A_2 * c_2 = 1,04 * 11 * 1,4 = 16,02 \text{ м}^2$$

$$c_x = \frac{1}{13,2} (6,47 + 4,21 + 5,63 + 16,02) = 2,45$$

Статическая составляющая ветрового давления по п.11.1.3

$$w_m = w_0 k(z_e) * c$$

По пункту 11.1.5 для башен, мачт и труб  $z_e = z$

$k(z_e)$  принимается равным 1,125 для сооружения высотой 15м по табл 11.2

$w_0$  принимается равным 0,38 кПа для 3-его ветрового района, что соответствует значению 38,73 кг/м<sup>2</sup>

$$w_m = 38,73 * 1,125 * 1,55 = 67,54 \text{ кг/м}^2$$

Пульсационную составляющую учтем по п. 11.1.8

$$w_p = w_m \zeta(z_e) * v$$

$\zeta(z_e)$  принимается по табл 11.4 равным 0,73 для типа местности А

Коэффициент пространственной корреляции  $v$  принимается 0,86 по таблице 11,6

$$w_p = 67,54 * 0,73 * 0,86 = 42,4 \text{ кг/м}^2$$

$$w_p + w_m = 109,95,01$$

С учетом коэффициента надежности

$$w_p + w_m = 109,95,01 * 1,4 = 153,93 \text{ кг/м}^2$$

соотношение общей площади к площади обдуваемой ветром = 0,8

эквивалентная ширина с учетом фактической площади конструкций, на которые действует ветер  $1,21 * 1,29 = 1,56 \text{ м}^2$

Приведенная нагрузка, действующая на погонный метр вертикальных стоек пространственной фермы дымовой трубы

$$= 1,56 * 153,93 / 3 = 80,04 \text{ кг/м.п.}$$

**В направлении вдоль здания нагрузка на погонный метр каждой из трех труб равна На наветренную пространственную ферму 80,04 кг/м.п.**

**На частично закрытую пространственную ферму 12,01 кг/м.п. с учетом п.В.1.14**

**табл В.8**

Параметры динамических воздействий

Общие данные: СП 14.13330.2018 Строительство в сейсмических районах. Изменение №2

Вид воздействия

- Сейсмические воздействия
- Ветровые воздействия
- Прочие воздействия
- Прямое интегрирование

Нормативная нагрузка

Преобразовывать массы из расчетных в нормативные

Сдвиг центров масс

Имя загрузки: 5 Сейсмика по X

Преобразование статических нагрузок в массы

Номер и имя присоединяемого статического нагружения: 1 пост

Кэф. пересчета: 0

Загрузка: 1 пост

Кэф. пересчета: 0,9

Страна	Шифр	Наименование
СССР	СНиП II-7-81*	Строительство в сейсмических районах
СНГ	Проект для СНГ	Строительство в сейсмических районах
Россия	СНиП II-7-81* (01.01.2004)	Строительство в сейсмических районах
Россия	СП 31-114-2004	Правила проектирования жилых и общественных зданий
Россия	СП 14.13330.2011	Строительство в сейсмических районах (Актуализированная)
Россия	СП 14.13330.2014	Строительство в сейсмических районах (Актуализированная)
Россия	СП 14.13330.2018 с 1	Строительство в сейсмических районах (Актуализированная)

Определение собственных форм и частот

Анализ в заданном частотном диапазоне

от 0 Гц до 0 Гц

Ограничение по максимальной частоте: 0 Гц

Автоматическое определение количества форм исходя из % выбранных масс по направлениям:

X 0 % Y 0 % Z 0 %

Итерации подпространств

Ланцоша

Наискорейшего спуска

Вычисление остаточных членов

Использовать согласованную матрицу масс

OK Отмена Справка

Параметры динамических воздействий

Общие данные: СП 14.13330.2018 Строительство в сейсмических районах. Изменение №2

Направление вектора сейсмического воздействия

Число учитываемых форм собственных колебаний: X 1 Y 0 Z 0

Расчетная ситуация

- Расчетное землетрясение - решение по линейно-спектральной методике
- Контрольное землетрясение - решение по линейно-спектральной методике

Кэф. учитывающий назначение сооружения и его ответственность (табл.4.2): Необходимые при ликвидации последствий землетрясений 1

Кэф. учитывающий допустимые повреждения (табл.5.2): Допускаются (стальные, с диафрагмами и связями) 0,22

Кэф. учитывающий рассеивание энергии колебаний (табл.5.3): Башни, мачты, дымовые трубы, здания с гибкими 1,5

Категория грунта: категория

Поправочный коэффициент: 1

Учет нелинейного деформирования грунтов

Сейсмичность: 8 баллов

Графики коэффициента динамичности

- По нормам
- Единый график
- Раздельный для каждого направления

Учет близости частот (формула 5.9):

OK Отмена Справка

Сейсмические нагрузки

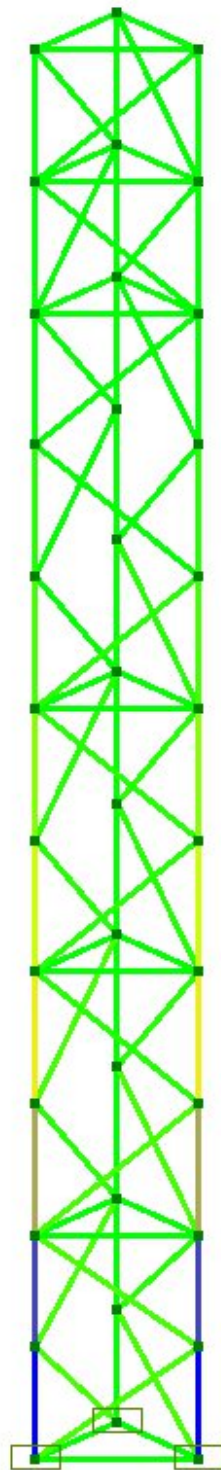
Расчетные сочетания усилий и перемещений

Загрузки

№	Активное нагружение	Активное нагружение в РСП	Наименование	Тип загрузки	Вид нагрузки	Знакопременны	Участвуют в групповых операциях			Кэф. надежности	Доля длительности	K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>
							Объединения	Звзаимоисключени	Сопутствия				
1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	пост	Постоянные на	Вес металличе	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1,05	1	1	0	
2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	ветер1	Кратковремен	Ветровые нагр	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1,4	0	1	0	
3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	ветер2	Кратковремен	Ветровые нагр	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1,4	0	1	0	
4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	ветер3	Кратковремен	Ветровые нагр	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1,4	0	1	0	
5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Сейсмика по X	Особая нагруз	Сейсмические в	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	0	1	0	
6	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Сейсмика по Y	Особая нагруз	Сейсмические в	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	0	1	0	

Расчетные сочетания усилий

### 1.3.1. Результаты расчета. Эпюры от расчетных сочетаний усилий



PCY

16

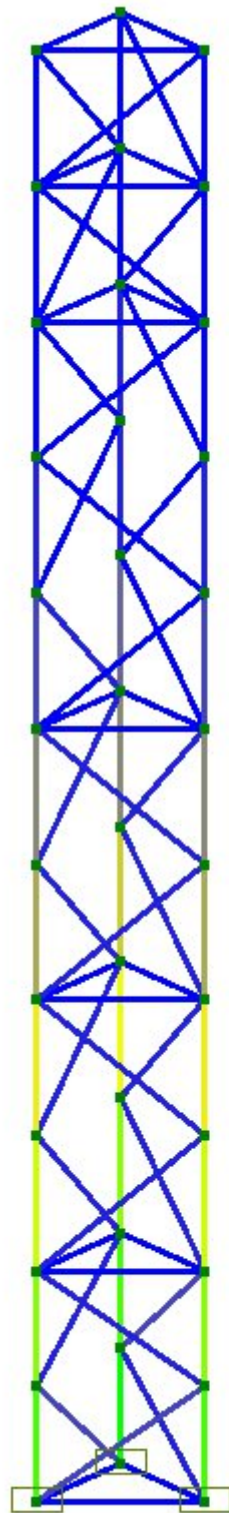
N	
T	T
0	0,46
0,46	0,92
0,92	1,38
1,38	1,84
1,84	2,3
2,3	2,76
2,76	3,22
3,22	3,68
3,68	4,14
4,14	4,6
4,6	5,06
5,06	5,52
5,52	5,98
5,98	6,44
6,44	6,9
6,9	7,36

Шкала фрагмента

Закрывать

В

Растягивающие усилия N, металлического каркаса, тс



PCY

16

		N			
		T	T		
<input checked="" type="checkbox"/>	█	-8,92	-8,37	1	█
<input checked="" type="checkbox"/>	█	-8,37	-7,81	0	█
<input checked="" type="checkbox"/>	█	-7,81	-7,25	3	█
<input checked="" type="checkbox"/>	█	-7,25	-6,69	0	█
<input checked="" type="checkbox"/>	█	-6,69	-6,14	3	█
<input checked="" type="checkbox"/>	█	-6,14	-5,58	0	█
<input checked="" type="checkbox"/>	█	-5,58	-5,02	2	█
<input checked="" type="checkbox"/>	█	-5,02	-4,46	1	█
<input checked="" type="checkbox"/>	█	-4,46	-3,9	2	█
<input checked="" type="checkbox"/>	█	-3,9	-3,35	1	█
<input checked="" type="checkbox"/>	█	-3,35	-2,79	2	█
<input checked="" type="checkbox"/>	█	-2,79	-2,23	3	█
<input checked="" type="checkbox"/>	█	-2,23	-1,67	1	█
<input checked="" type="checkbox"/>	█	-1,67	-1,12	5	█
<input checked="" type="checkbox"/>	█	-1,12	-0,56	20	█
<input checked="" type="checkbox"/>	█	-0,56	0	43	█

Шкала фрагмента

Закреть

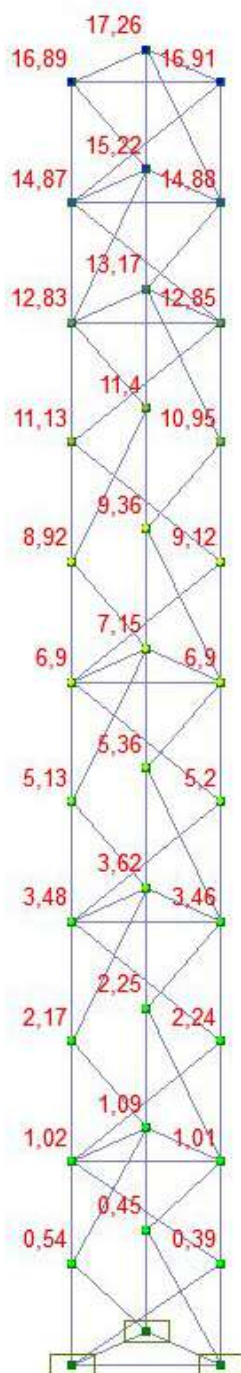
Сжимающие усилия N, металлического каркаса, тс

#### 1.4. Основные результаты расчета

##### Перемещения

Горизонтальные перемещения:

Перемещение верха башни по оси Y при воздействии горизонтальных нагрузок составляет  $f = 17,2$  мм и не превышает предельно допустимого значения ( $f < l/150 = 3200/150 = 73$ мм).



Перемещение верха башни, мм

РСП - Нормативные

Суммарное РСП

	мм	мм	
<input checked="" type="checkbox"/>	0,39	1,44	6
<input checked="" type="checkbox"/>	1,44	2,5	3
<input checked="" type="checkbox"/>	2,5	3,55	2
<input checked="" type="checkbox"/>	3,55	4,61	1
<input checked="" type="checkbox"/>	4,61	5,66	3
<input checked="" type="checkbox"/>	5,66	6,71	0
<input checked="" type="checkbox"/>	6,71	7,77	3
<input checked="" type="checkbox"/>	7,77	8,82	0
<input checked="" type="checkbox"/>	8,82	9,88	3
<input checked="" type="checkbox"/>	9,88	10,93	0
<input checked="" type="checkbox"/>	10,93	11,99	3
<input checked="" type="checkbox"/>	11,99	13,04	2
<input checked="" type="checkbox"/>	13,04	14,09	1
<input checked="" type="checkbox"/>	14,09	15,15	2
<input checked="" type="checkbox"/>	15,15	16,2	1
<input checked="" type="checkbox"/>	16,2	17,26	3

Шкала фрагмента

Закреть

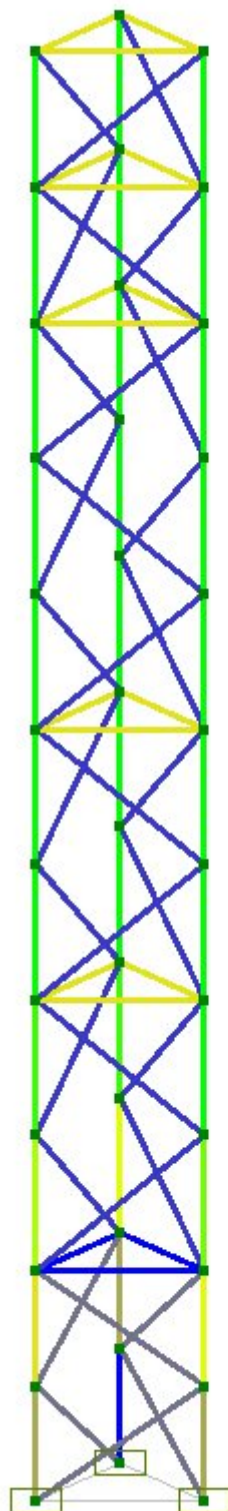
##### Коэффициенты запаса устойчивости системы

Минимальный коэффициент запаса общей устойчивости конструкции по комбинациям нагрузок не ниже минимального значения равного 1,3.

##### Результаты проверки элементов стальных конструкций

Расчет и проверка элементов стальных конструкций выполнен согласно требованиям СП16.13330.2017. Согласно результатам проверок сечений стальных конструкций по требованиям по СП16.13330.2017 коэффициент использования по проверяемым факторам не превосходит 0,95. Ниже представлены результаты по проверке элементов стальных конструкций.

На схеме представлены коэффициенты использования элементов.



Результаты экспертизы

Критический фактор  $K_{max}$

<input checked="" type="checkbox"/>		0,22	0,25	22	
<input checked="" type="checkbox"/>		0,25	0,27	2	
<input checked="" type="checkbox"/>		0,27	0,3	1	
<input checked="" type="checkbox"/>		0,3	0,33	1	
<input checked="" type="checkbox"/>		0,33	0,36	2	
<input checked="" type="checkbox"/>		0,36	0,39	16	
<input checked="" type="checkbox"/>		0,39	0,41	3	
<input checked="" type="checkbox"/>		0,41	0,44	6	
<input checked="" type="checkbox"/>		0,44	0,47	27	
<input checked="" type="checkbox"/>		0,47	0,5	4	

Шкала фрагмента

Закреть

## Конструктивная группа трубы верт

### Конструктивная группа трубы верт. Элемент № 5

Тип элемента: Элемент общего вида


Сталь: С255

Длина элемента 1 м

Предельная гибкость для сжатых элементов: 180 - 60 ✓

Предельная гибкость для растянутых элементов: 400

Коэффициент условий работы 1

Количество закреплений сжатого пояса в пролете	Вид нагрузки в пролете	Эпюра М	Пояс, к которому приложена нагрузка
Без закреплений	Равномерно распределенная		Сжатый

Коэффициент надежности по ответственности 1

Дополнительные коэффициенты условий работы	
Расчет на прочность при сейсмике	0
Расчет на устойчивость при сейсмике	0
При особых (не сейсмических) воздействиях	1
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

Неупругая работа сечения не допускается

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OZ_1$  1

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OY_1$  1

Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба:

коэффициент к геометрической длине = 1

Тип эпюры моментов



Положение нагрузки



Расстояние между раскреплениями из плоскости изгиба:

коэффициент к геометрической длине = 1

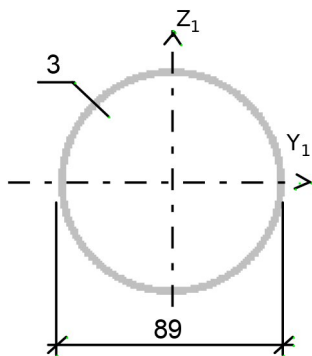
Коэффициенты расчетной длины, зависящие от условий закреплений опорных сечений:

поворот из плоскости изгиба = 1

депланация = 1

Соотношение концевых моментов  $\Theta = 0$

**Сечение**



Профиль: Трубы электросварные прямошовные по ГОСТ 10704-91 89х3

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента $M_y$	0,07	L1+L3
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента $M_z$	0,03	L1+L2
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы $Q_y$	0,01	L1+L2
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы $Q_z$	0,01	L1+L3
п. 9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	0,22	L1+L3
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOY (XOU)	0,16	L1+L4
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOZ (XOV)	0,16	L1+L4
пп. 9.2.9, 9.2.10, 9.3.1, 9.3.2	Устойчивость при сжатии с изгибом в двух плоскостях	0,19	L1+L4
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOY	0,22	L1+L4
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0,22	L1+L4
п. 11.2.2	Предельная тонкостенность трубы из условия местной устойчивости	0,16	L1+L3

**Коэффициент использования 0,22 - Предельная гибкость в плоскости XOY**

**Конструктивная группа трубы верт. Элемент № 50**

**Тип элемента:** Элемент общего вида


**Сталь:** С255

Длина элемента 0,85 м

Предельная гибкость для сжатых элементов: 180 - 60 ✓

Предельная гибкость для растянутых элементов: 400

Коэффициент условий работы 1

Количество закреплений сжатого пояса в пролете	Вид нагрузки в пролете	Эпюра М	Пояс, к которому приложена нагрузка
Без закреплений	Равномерно распределенная		Сжатый

Коэффициент надежности по ответственности 1

Дополнительные коэффициенты условий работы	
Расчет на прочность при сейсмике	0
Расчет на устойчивость при сейсмике	0
При особых (не сейсмических) воздействиях	1
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

Неупругая работа сечения не допускается

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OZ_1$  1

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OY_1$  1

Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба:  
коэффициент к геометрической длине = 1

Тип эпюры моментов



Положение нагрузки



Расстояние между раскреплениями из плоскости изгиба:

коэффициент к геометрической длине = 1

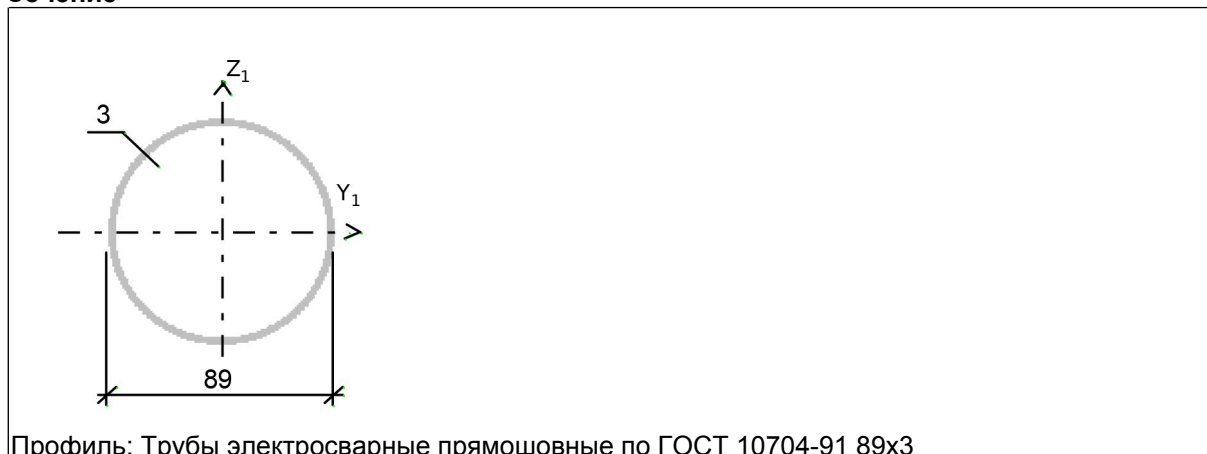
Коэффициенты расчетной длины, зависящие от условий закреплений опорных сечений:

поворот из плоскости изгиба = 1

депланация = 1

Соотношение концевых моментов  $\Theta = 0$

**Сечение**



Профиль: Трубы электросварные прямошовные по ГОСТ 10704-91 89x3

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента $M_y$	0,08	L1+L4
п. 8.2.1	Прочность при действии	0,08	L1+L2

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
	изгибающего момента $M_z$		
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы $Q_y$	0,01	L1+L2
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы $Q_z$	0,01	L1+L4
п. 9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	0,5	L1+L2
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOY (XOU)	0,46	L1+L2
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOZ (XOV)	0,46	L1+L2
пп. 9.2.9, 9.2.10, 9.3.1, 9.3.2	Устойчивость при сжатии с изгибом в двух плоскостях	0,53	L1+L2
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOY	0,19	L1+L4
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0,19	L1+L2
п. 11.2.2	Предельная тонкостенность трубы из условия местной устойчивости	0,16	L1+L4


**Коэффициент использования 0,5 - Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики**

**Конструктивная группа элементы решетки ферм  
Конструктивная группа наклонные. Элемент № 51**

Тип элемента: Элемент решетки фермы

Сталь: С255

Длина элемента 1,56 м

Количество закреплений сжатого пояса в пролете	Вид нагрузки в пролете	Эпюра М	Пояс, к которому приложена нагрузка
Без закреплений	Равномерно распределенная		Сжатый

Коэффициент надежности по ответственности 1

Дополнительные коэффициенты условий работы	
Расчет на прочность при сейсмике	0
Расчет на устойчивость при сейсмике	0
При особых (не сейсмических) воздействиях	1
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

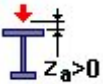
Коэффициенты расчетной длины по СП 16.13330.2017 с изменениями №1,2

Работа сечения с неустойчивой стенкой не допускается

Тип эпюры моментов



Положение нагрузки



Расстояние между раскреплениями из плоскости изгиба:

коэффициент к геометрической длине = 1

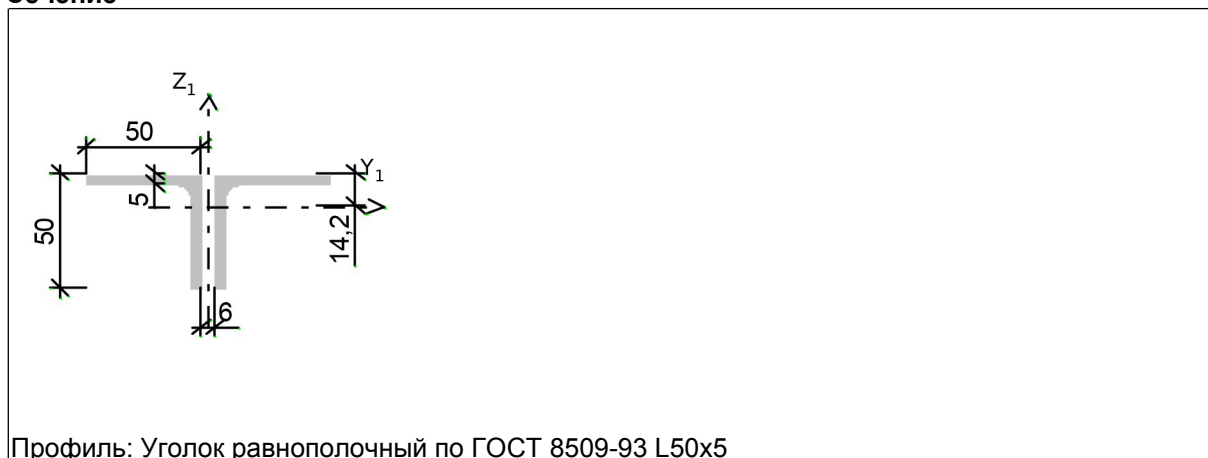
Коэффициенты расчетной длины, зависящие от условий закреплений опорных сечений:

поворот из плоскости изгиба = 1

депланация = 1

Соотношение концевых моментов  $\eta = 0$

**Сечение**



Профиль: Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L50x5

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 7.1.1	Прочность элемента	$2,69 \cdot 10^{-003}$	L1+L3
п. 7.1.3	Устойчивость элемента в плоскости фермы	$4,57 \cdot 10^{-003}$	L1+L3
п. 7.1.3	Устойчивость элемента из плоскости фермы	$3,96 \cdot 10^{-003}$	L1+L3
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	0,34	L1+L3
п. 10.4.1	Предельная гибкость из плоскости фермы	0,38	L1+L3
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости фермы	0,45	L1+L3

**Коэффициент использования 0,45 - Предельная гибкость в плоскости фермы**


## Конструктивная группа горизонтальные стержни С1

### Конструктивная группа гориз С1. Элемент № 30

Тип элемента: Элемент решетки фермы

Сталь: С255

Длина элемента 1,2 м

Количество закреплений сжатого пояса в пролете	Вид нагрузки в пролете	Эпюра М	Пояс, к которому приложена нагрузка
Без закреплений	Равномерно распределенная		Сжатый

Коэффициент надежности по ответственности 1

Дополнительные коэффициенты условий работы	
Расчет на прочность при сейсмике	0
Расчет на устойчивость при сейсмике	0
При особых (не сейсмических) воздействиях	1
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

Коэффициенты расчетной длины по СП 16.13330.2017 с изменениями №1,2

Тип эпюры моментов



Положение нагрузки



Расстояние между раскреплениями из плоскости изгиба:

коэффициент к геометрической длине = 1

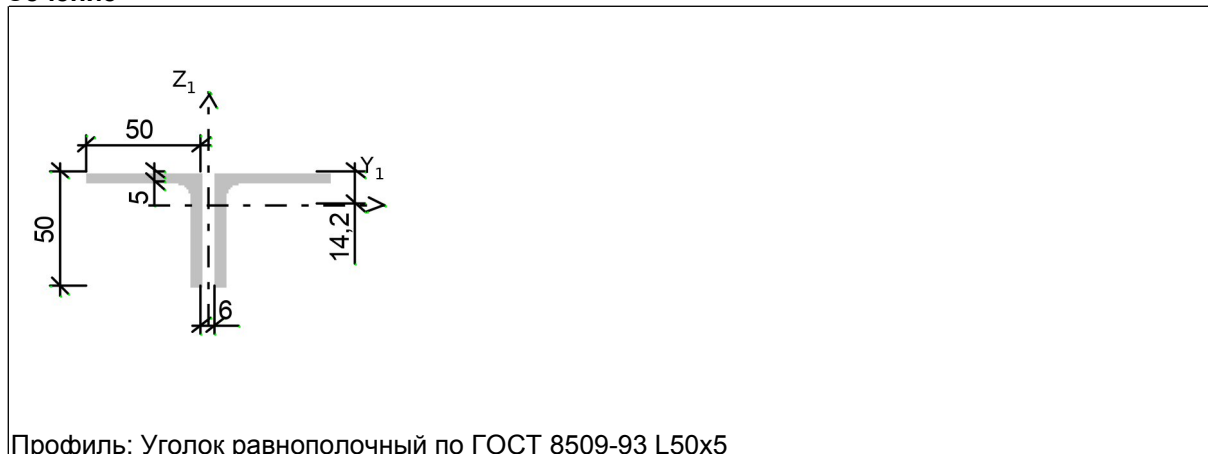
Коэффициенты расчетной длины, зависящие от условий закреплений опорных сечений:

поворот из плоскости изгиба = 1

депланация = 1

Соотношение концевых моментов  $\eta = 0$

**Сечение**



Профиль: Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L50x5

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 7.1.1	Прочность элемента	$1,58 \cdot 10^{-003}$	L1+L3
п. 7.1.3	Устойчивость элемента в плоскости фермы	$2,23 \cdot 10^{-003}$	L1+L3
п. 7.1.3	Устойчивость элемента из плоскости фермы	$2,04 \cdot 10^{-003}$	L1+L3
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	0,38	L1+L3
п. 10.4.1	Предельная гибкость из плоскости фермы	0,29	L1+L3
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости фермы	0,35	L1+L3

**Коэффициент использования 0,38 - Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости**

## Конструктивная группа горизонтальные стержни с2

### Конструктивная группа гориз с2. Элемент № 39

Тип элемента: Элемент общего вида

Сталь: С255

Длина элемента 1,2 м

Предельная гибкость для сжатых элементов: 180 - 60a

Предельная гибкость для растянутых элементов: 400

Коэффициент условий работы 1

Количество закреплений сжатого пояса в пролете	Вид нагрузки в пролете	Эпюра М	Пояс, к которому приложена нагрузка
Без закреплений	Равномерно распределенная		Сжатый

Коэффициент надежности по ответственности 1

Дополнительные коэффициенты условий работы	
Расчет на прочность при сейсмике	0
Расчет на устойчивость при сейсмике	0
При особых (не сейсмических) воздействиях	1
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OZ_1$  1

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OY_1$  1

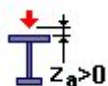
Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба:  
коэффициент к геометрической длине = 1

Работа сечения с неустойчивой стенкой не допускается

Тип эпюры моментов



Положение нагрузки



Расстояние между раскреплениями из плоскости изгиба:

коэффициент к геометрической длине = 1

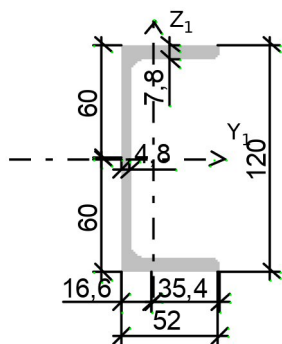
Коэффициенты расчетной длины, зависящие от условий закреплений опорных сечений:

поворот из плоскости изгиба = 1

депланация = 1

Соотношение концевых моментов  $\eta = 0$

**Сечение**



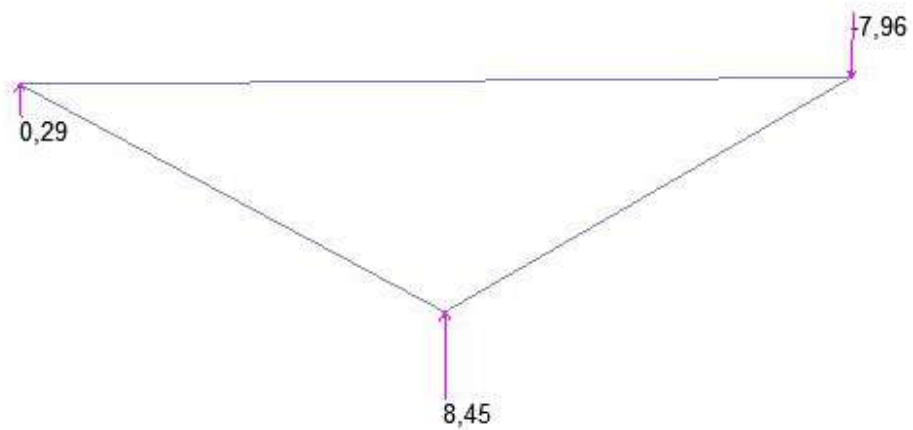
Профиль: Швеллер с параллельными гранями полок по ГОСТ 8240-89 12П

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента $M_y$	$1,45 \cdot 10^{-003}$	L1+L2
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы $Q_z$	$8,48 \cdot 10^{-004}$	L1+L2
п. 9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	$3,29 \cdot 10^{-003}$	L1+L4
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOY (XOU)	$2,89 \cdot 10^{-003}$	L1+L4
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOZ (XOV)	$2,01 \cdot 10^{-003}$	L1+L4
пп. 9.2.4, 9.2.5, 9.2.8, 9.2.10	Устойчивость из плоскости действия момента $M_y$ при внецентренном сжатии	$4,47 \cdot 10^{-003}$	L1+L4
п. 7.1.1	Прочность при центральном сжатии/растяжении	$1,84 \cdot 10^{-003}$	L1+L4
п. 8.4.1	Устойчивость плоской формы изгиба	$1,31 \cdot 10^{-003}$	0.9*L1-L6
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOY	0,49	L1+L4
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0,17	L1+L4
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	0,34	L1+L4
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	0,22	L1+L4

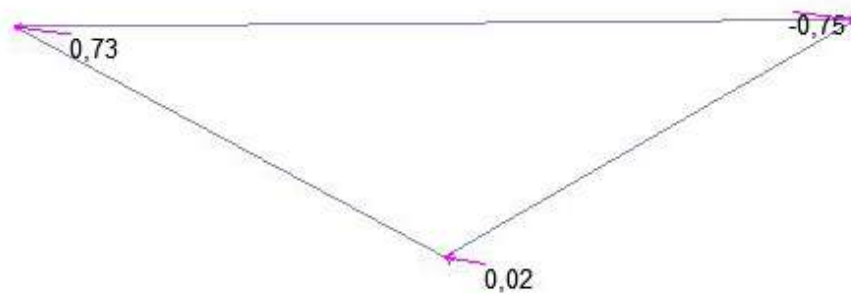
Коэффициент использования 0,49 - Предельная гибкость в плоскости XOY

## Расчет фундамента Фм1 ( загрузка №1 )

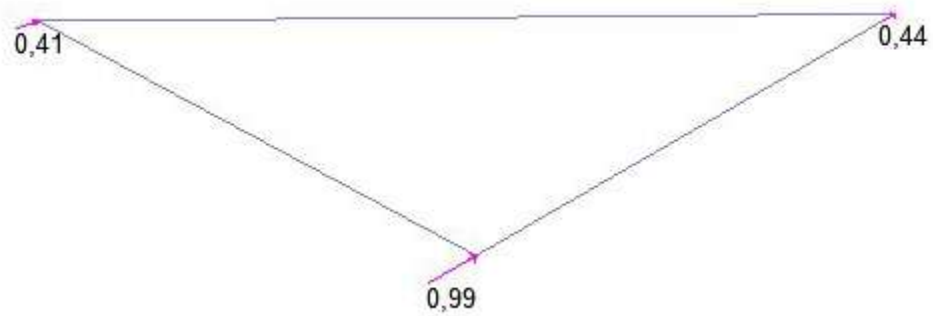
Усилия в узлах от комбинации 1



Реакция  $R_z$

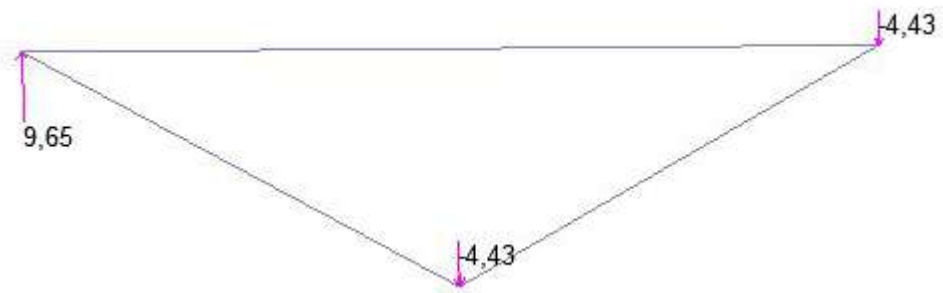


Реакция  $R_x$

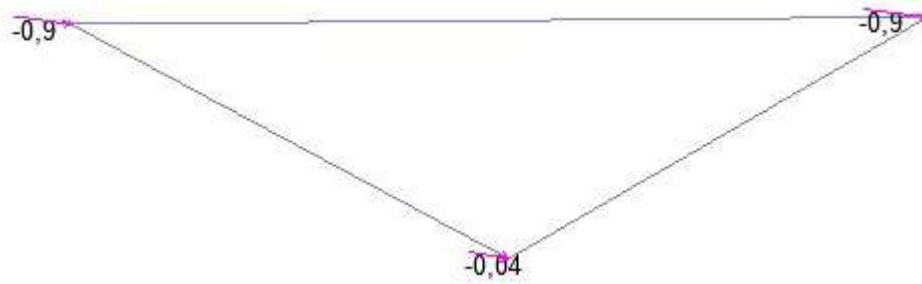


Реакция  $R_y$

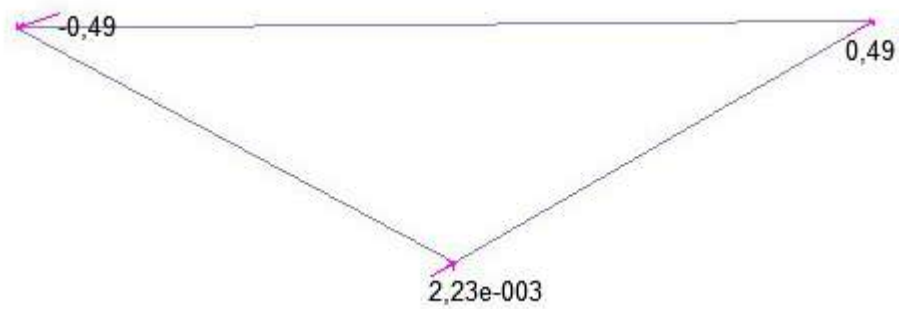
## Усилия в узлах от комбинации 2



Реакция Rz



Реакция Rx



Реакция Ry

Таблица 1 – Усилия в узлах фундамента

	сочетания	N (тс)	Mk (тс*м)	My (тс*м)	Qz (тс)	Mz (тс*м)	Qy (тс)
опора 1	1	0,3	-	-	0,7	-	0,4
	2	9,7	-	-	-0,9	-	-0,5
опора 2	1	-8,0	-	-	-0,8	-	0,4
	2	-4,4	-	-	-0,9	-	0,5
опора 3	1	8,5	-	-	0,0	-	1,0
	2	-4,4	-	-	0,0	-	0,0

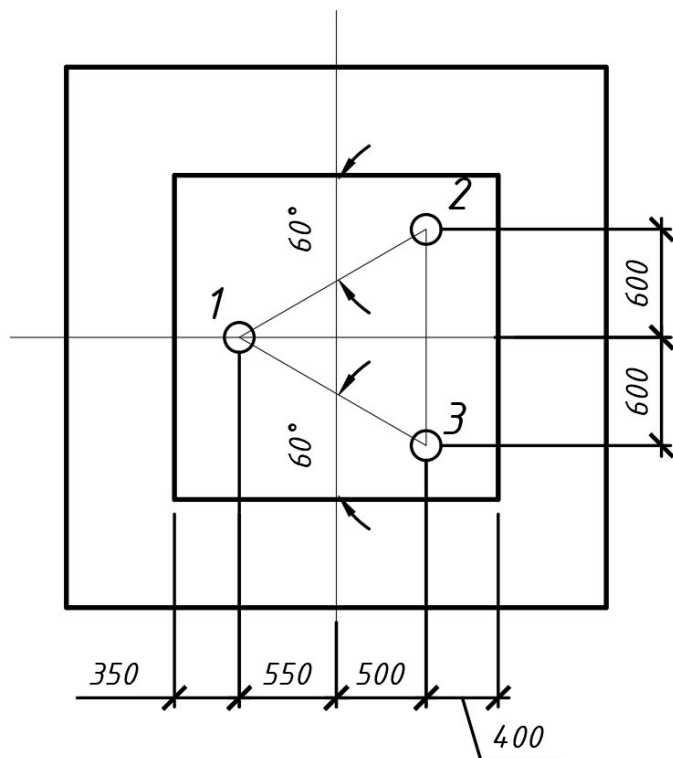


Схема расположения опор

Для дальнейшего расчета фундамента необходимо нагрузки на обреш привести к одной точке:

Приведенные нагрузки N

$$N_1 = 0,3 - 8,0 + 8,5 = 0,8 \text{ т}$$

$$N_2 = 9,7 - 4,4 - 4,4 = 0,9 \text{ т}$$

Приведенные нагрузки Qz

$$Q_{z1} = 0,7 - 0,8 + 0,0 = -0,1 \text{ т}$$

$$Q_{z2} = -0,9 - 0,9 + 0,0 = -1,8 \text{ т}$$

Приведенные нагрузки My

$$M_{y1} = -0,3 * 0,55 - 8,0 * 0,5 + 8,5 * 0,5 = 0,09 \text{ тм}$$

$$M_{y2} = -9,7 * 0,55 - 4,4 * 0,5 - 4,4 * 0,5 = -9,74 \text{ тм}$$

Приведенные нагрузки Qy

$$Q_{y1} = 0,4 + 0,4 + 1,0 = -0,1 \text{ т}$$

$$Q_{y2} = -0,5 + 0,5 + 0,0 = 0,0 \text{ т}$$

Приведенные нагрузки Mz

$$M_{y1} = 8,0 * 0,5 + 8,5 * 0,5 = 8,25 \text{ тм}$$

$$M_{y2} = -4,4 * 0,5 + 4,4 * 0,5 = 0,0 \text{ тм}$$

Нагрузки на подошву с учетом массы фундамента и грунтов на ступенях приведены в расчетах ниже.

$R_{bt} = 96,36 \text{ т/м}^2$   
 $R_{b,ser} = 1886,4 \text{ т/м}^2$   
 $R_{bt,ser} = 158,06 \text{ т/м}^2$   
 $E_b = 3059149,00 \text{ т/м}^2$   
 $E_s = 200000,00 \text{ МПа}$   
 Сопротивление арматуры  $R_s = 3567 \text{ кг/см}^2$

Таблица 2 –Приведенные нагрузки на обрез фундамента

N, т	Ma, тм	Mb, тм	Ta, т	Tb, т	Загрузка №
-0,800	8,250	0,090	-0,100	-0,100	1
-0,900	0,000	-9,740	-1,800	0,000	2
-0,800	8,250	0,090	-0,100	-0,100	3 (особая нагрузка)
-0,900	0,000	-9,740	-1,800	0,000	4 (особая нагрузка)

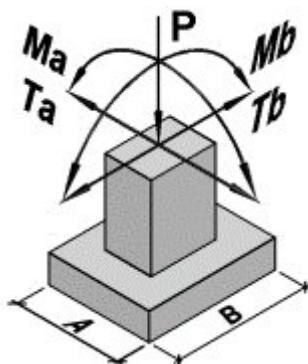


Рисунок 1 - Схема нагрузок

Исходные данные:

Расчетное сопротивление грунта  $R_{гр} = 40,000 \text{ т/м}^2$

Бетон В25 ( $\gamma_b = 0.9$ )

$R_b = 1330,7 \text{ т/м}^2$

$R_{bt} = 96,36 \text{ т/м}^2$

$R_{b,ser} = 1886,4 \text{ т/м}^2$

$R_{bt,ser} = 158,06 \text{ т/м}^2$

$E_b = 3059149,00 \text{ т/м}^2$

$E_s = 200000,00 \text{ МПа}$

Сопротивление арматуры  $R_s = 3567 \text{ кг/см}^2$

Сопротивление арматуры  $R_{s,ser} = 4078 \text{ кг/см}^2$

Коэффициент приведения расчетной вертикальной нагрузки к нормативной  $K_p = 1,15$

Коэффициент приведения расчетного момента  $M_a$  к нормативному  $K_m = 1,15$

Коэффициент приведения расчетной боковой силы  $T_a$  к нормативной  $K_t = 1,15$

Коэффициент приведения расчетного момента  $M_b$  к нормативному  $K_m = 1,15$

Коэффициент приведения расчетной боковой силы  $T_b$  к нормативной  $K_t = 1,15$

Коэффициент приведения расчетной полезной нагрузки к нормативной  $K_q = 1,15$

Расстояние до оси стержней арматуры в подколонице  $a_1 = 35 \text{ мм}$

Расстояние до оси стержней арматуры в подошве  $a_2 = 70 \text{ мм}$

Высота фундамента  $H = 2,300 \text{ м}$

Заглубление фундамента  $h_z = 2,100\text{м}$

Усредненный суммарный вес грунта и фундамента  $Y_{h1} = 2,000\text{т/м}^3$

Расчетные нагрузки:

Вертикальная сила  $N = -0,800\text{т}$

Коэффициент длительной части  $K_n = 1,00$

Момент  $M_a = 8,250\text{тм}$

Коэффициент длительной части  $K_{ma} = 1,00$

Момент  $M_b = 0,090\text{тм}$

Коэффициент длительной части  $K_{mb} = 1,00$

Боковая сила  $T_a = -0,100\text{т}$

Коэффициент длительной части  $K_{ta} = 1,00$

Боковая сила  $T_b = -0,100\text{т}$

Коэффициент длительной части  $K_{tb} = 1,00$

Расчетная полезная нагрузка на поверхности  $q_{\text{пол}} = 1,0\text{т/м}^2$

Коэффициент длительной части  $K_p = 1,00$

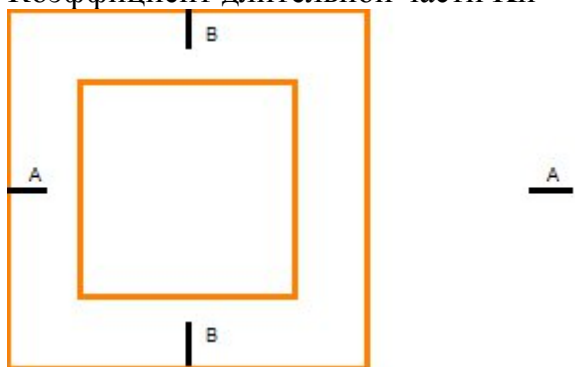


Рисунок 2 - План фундамента

Размер подошвы  $A = 3,00\text{м}$

Размер подошвы  $B = 3,00\text{м}$

Размер подколонника  $A_{ог} = 1800\text{мм}$

Размер подколонника  $B_{ог} = 1800\text{мм}$

Смещение подколонника  $da_{ог} = 0\text{мм}$

Смещение подколонника  $db_{ог} = 0\text{мм}$

### 1.2.1 Расчет основания фундамента по II группе ПС

Определяем напряжение под подошвой фундамента:

Расчет производим согласно требованиям СП 22.13330.2016

'Основания зданий и сооружений' формулам 5.11, 5.12 и 5.15

Вычисление эксцентриситетов от всех нормативных нагрузок

Эксцентриситет нагрузки по подошве фундамента при действии  $M_a$  :

$$e_a = (M_a / K_m + T_a / K_t * H) / (q_{\text{пол}} / K_q * A * B + N / K_p + Y_{h1} * h_z * A * B) = 0,155\text{м}$$

Эксцентриситет нагрузки по подошве фундамента при действии  $M_b$  :

$$e_b = (M_b / K_m + T_b / K_t * H) / (q_{\text{пол}} / K_q * A * B + N / K_p + Y_{h1} * h_z * A * B) = 0,003\text{м}$$

Расстояние от точки приложения равнодействующей до края фундамента для  $M_a$  :

$$C_a = A/2 - e_a = 1,345 \text{ м}$$

Расстояние от точки приложения равнодействующей до края фундамента для  $M_b$  :

$$C_b = B/2 - e_b = 1,497 \text{ м}$$

Вычисление эксцентриситетов от всех расчетных нагрузок

Эксцентриситет нагрузки по подошве фундамента при действии  $M_a$  :

$$e_{ar} = (M_a + T_a * H) / (q_{\text{пол}} * A * B + N + Y_{h1} * 1.15 * h_z * A * B) = 0,155 \text{ м}$$

Эксцентриситет нагрузки по подошве фундамента при действии  $M_b$  :

$$e_{br} = (M_b + T_b * H) / (q_{\text{пол}} * A * B + N + Y_{h1} * 1.15 * h_z * A * B) = 0,003 \text{ м}$$

Расстояние от точки приложения равнодействующей до края фундамента для  $M_a$  :

$$C_{ar} = A/2 - e_{ar} = 1,345 \text{ м}$$

Расстояние от точки приложения равнодействующей до края фундамента для  $M_b$  :

$$C_{br} = B/2 - e_{br} = 1,497 \text{ м}$$



Рисунок 3 - Сечение А-А

Краевые напряжения с учетом  $Y_{h1}$  и  $q_{\text{пол}}$  от действия  $N, M_a, T_a$  (от всех расчетных нагрузок):

$$G_{\text{max,ar}} = q_{\text{пол}} + Y_{h1} * h_z * 1.15 + N / (A * B) + (M_a + T_a * H) * 6 / (A * A * B) = 7,523 \text{ т/м}^2$$

$$G_{\text{min,ar}} = q_{\text{пол}} + Y_{h1} * h_z * 1.15 + N / (A * B) - (M_a + T_a * H) * 6 / (A * A * B) = 3,959 \text{ т/м}^2$$

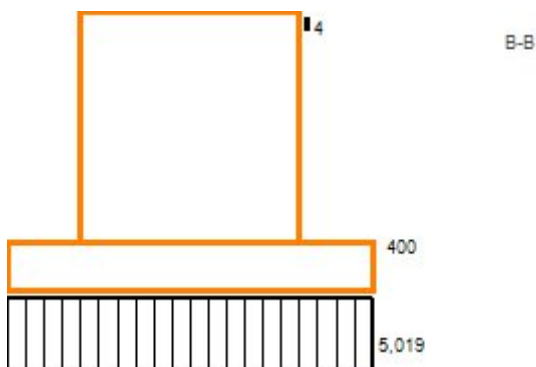


Рисунок 4 - Сечение В-В

Краевые напряжения с учетом  $Y_{h1}$  и  $q_{\text{пол}}$  от действия  $N, M_b, T_b$  (от всех расчетных нагрузок):

$$G_{\text{max,br}} = q_{\text{пол}} + Y_{h1} * h_z * 1.15 + N / (A * B) + (M_b + T_b * H) * 6 / (A * B * B) = 5,772 \text{ т/м}^2$$

$$G_{\text{min,br}} = q_{\text{пол}} + Y_{h1} * h_z * 1.15 + N / (A * B) - (M_b + T_b * H) * 6 / (A * B * B) = 5,710 \text{ т/м}^2$$

Краевые напряжения с учетом  $Y_{h1}$  и  $q_{\text{пол}}$  от действия  $N, M_a, T_a$  (от всех нормативных нагрузок):

$$G_{\text{max,a}} = q_{\text{пол}} / K_q + Y_{h1} * h_z + N / (K_p * A * B) + (M_a / K_m + T_a / K_t * H) * 6 / (A * A * B) = 6,542 \text{ т/м}^2$$

$$G_{\text{min,a}} = q_{\text{пол}} / K_q + Y_{h1} * h_z + N / (K_p * A * B) - (M_a / K_m + T_a / K_t * H) * 6 / (A * A * B) = 3,443 \text{ т/м}^2$$

Краевые напряжения с учетом  $Y_{h1}$  и  $q_{пол}$  от действия  $N, M_b, T_b$  (от всех нормативных нагрузок):

$$G_{max,b} = q_{пол}/K_q + Y_{h1} * h_z + N / (K_p * A * B) + (M_b / K_m + T_b / K_t * H) * 6 / (A * B * B) = 5,019 \text{ т/м}^2$$

$$G_{min,b} = q_{пол}/K_q + Y_{h1} * h_z + N / (K_p * A * B) - (M_b / K_m + T_b / K_t * H) * 6 / (A * B * B) = 4,965 \text{ т/м}^2$$

Вычисление эксцентриситетов от всех длительных нормативных нагрузок

Эксцентриситет нагрузки по подошве фундамента при действии  $M_a$  :

$$e_{a1} = (M_a * K_{ma} / K_m + T_a * K_{ta} * H / K_t) / (q_{пол} * K_{п} / K_q * A * B + N * K_n / K_p + Y_{h1} * h_z * A * B) = 0,155 \text{ м}$$

Эксцентриситет нагрузки по подошве фундамента при действии  $M_b$  :

$$e_{b1} = (M_b * K_{mb} / K_m + T_b * K_{tb} * H / K_t) / (q_{пол} * K_{п} / K_q * A * B + N * K_n / K_p + Y_{h1} * h_z * A * B) = 0,003 \text{ м}$$

Расстояние от точки приложения равнодействующей до края фундамента для  $M_a$  :

$$C_{a1} = A/2 - e_{a1} = 1,345 \text{ м}$$

Расстояние от точки приложения равнодействующей до края фундамента для  $M_b$  :

$$C_{b1} = B/2 - e_{b1} = 1,497 \text{ м}$$

Краевые напряжения без учета  $Y_{h1}$  и  $q_{пол}$  от действия  $N, M_a, T_a$  (от расчетных длительных нагрузок):

$$G_{max,A1} = N * K_n / (A * B) + (M_a * K_{ma} + T_a * K_{ta} * H) * 6 / (A * A * B) = 1,693 \text{ т/м}^2$$

Краевые напряжения без учета  $Y_{h1}$  и  $q_{пол}$  от действия  $N, M_b, T_b$  (от расчетных длительных нагрузок):

$$G_{max,B1} = N * K_n / (A * B) + (M_b * K_{mb} + T_b * K_{tb} * H) * 6 / (A * B * B) = -0,058 \text{ т/м}^2$$

По таблицам Р.И.Рабинович. и В.С.Шейнкман значение коэффициента  $F = 1,0$

По таблицам Р.И.Рабинович. и В.С.Шейнкман значение коэффициента  $S_1 = 1,31585$

Угловое напряжение с учетом  $Y_{h1}$  и  $q_{пол}$  от действия  $N, M_a, T_a, M_b, T_b$  (от всех нормативных нагрузок):

$$G_{max} = S_1 * (q_{пол}/K_q + Y_{h1} * h_z + N / (K_p * A * B)) = 6,56908 \text{ т/м}^2$$

Среднее напряжение с учетом  $Y_{h1}$  и  $q_{пол}$  от действия  $N, M_a, T_a, M_b, T_b$  (от всех нормативных нагрузок):

$$G_{cp} = F_1 * (q_{пол}/K_q + Y_{h1} * h_z + N / (K_p * A * B)) = 4,99227 \text{ т/м}^2$$

Усредненные коэффициенты приведения напряжения под подошвой от расчетных нагрузок к напряжению от нормативных нагрузок :

$$K_{k1} = G_{max,ar} / G_{max,a} = 1,150$$

$$K_{k2} = G_{max,br} / G_{max,b} = 1,150$$

Краевые напряжения без учета  $Y_{h1}$  и  $q_{пол}$  (от расчетных нагрузок):

$$G_{max,A} = K_{k1} * (G_{max,a} - q_{пол}/K_q - Y_{h1} * h_z) = 1,693 \text{ т/м}^2$$

$$G_{min,A} = K_{k1} * (G_{min,a} - q_{пол}/K_q - Y_{h1} * h_z) = -1,871 \text{ т/м}^2$$

Краевые напряжения без учета  $Y_{h1}$  и  $q_{пол}$  (от расчетных нагрузок):

$$G_{max,B} = K_{k2} * (G_{max,b} - q_{пол}/K_q - Y_{h1} * h_z) = -0,058 \text{ т/м}^2$$

$$G_{min,B} = K_{k2} * (G_{min,b} - q_{пол}/K_q - Y_{h1} * h_z) = -0,120 \text{ т/м}^2$$

Коэффициент длительной части  $G_{max,A1} / G_{max,A} = 1,000$

Коэффициент длительной части  $G_{max,B1} / G_{max,B} = 1,000$

Проверяем требование пункта 5.6.26 ( $G_{max} \leq 1.5 * R_{гр}$ )

**Требование выполняется  $G_{max} \leq 1.5 * R_{гр} = 60,000 \text{ т/м}^2$**

Проверяем требование пункта 5.6.26 ( $G_{max,a} \leq 1.2 \cdot R_{гр}$ )  
**Требование выполняется  $G_{max,a} \leq 1.2 \cdot R_{гр} = 48,000 \text{т/м}^2$**   
 Проверяем требование пункта 5.6.26 ( $G_{max,b} \leq 1.2 \cdot R_{гр}$ )  
**Требование выполняется  $G_{max,b} \leq 1.2 \cdot R_{гр} = 48,000 \text{т/м}^2$**

Проверяем требование пункта 5.6.7 ( $G_{ср} \leq R_{гр}$ )  
**Требование выполняется  $G_{ср} \leq R_{гр} = 40,000 \text{т/м}^2$**

### 1.2.2 Расчет плитной части фундамента

**Расчет плитной части на поперечную силу и момент согласно рекомендаций пособия по проектированию фундаментов на естественном основании под колонны зданий и сооружений (к СНиП 2.03.01-84 и СНиП 2.02.01-83) и требований СП63.13330.2018**

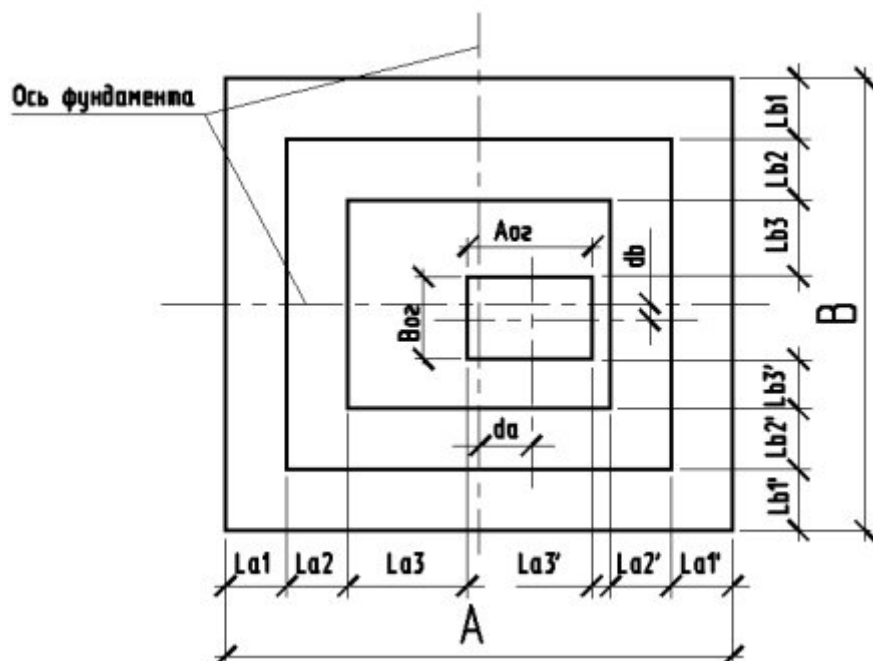


Рисунок 5 - Условные обозначения (план)

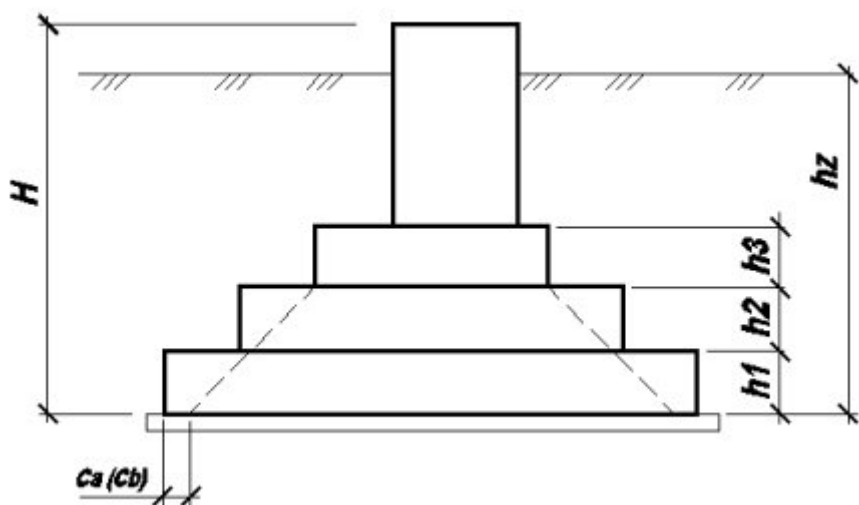


Рисунок 6 - Условные обозначения (разрез)

Таблица 2 - Геометрия плитной части фундамента

Ступень	Высота, мм	Вылет La, мм	Вылет La', мм	Вылет Lb, мм	Вылет Lb', мм
Нижняя	400	600(La1)	600(La1')	600(Lb1)	600(Lb1')

### Расчет на поперечную силу и момент

#### \*\*\* Сечение 1-1 \*\*\*

Вылет ступени  $L_{c1} = 0,600\text{м}$

Значение MAX напряжения на расстоянии  $L_{c1}$  от края подошвы (без учета  $Y_{h1}$  и  $q_{\text{пол}}$ ):

$$G_{,Lc1} = G_{\text{max},A} - (G_{\text{max},A} - G_{\text{min},A}) * L_{c1} / A = 0,980\text{т/м}^2$$

Значение среднего напряжения на участке  $L_{c1}$  (без учета  $Y_{h1}$  и  $q_{\text{пол}}$ ):

$$G_{\text{ср},Lc} = (G_{\text{max},A} + G_{,Lc1}) / 2 = 1,337\text{т/м}^2$$

Значение MIN напряжения на расстоянии  $L_{c1}$  от края подошвы (с учетом  $Y_{h1}$  и  $q_{\text{пол}}$ ):

$$G_{\text{min},Lc1} = G_{\text{min},a} + (G_{\text{max},a} - G_{\text{min},a}) * L_{c1} / A = 4,062\text{т/м}^2$$

$$\text{Расчетный момент от } G_{,Lc1} \text{ в сечении 1-1 } M_p = B * (G_{,Lc1} * L_{c1} * L_{c1} / 2 + (G_{\text{max},A} - G_{,Lc1}) * L_{c1} * L_{c1} / 3) = 0,786\text{тм}$$

Расчетный момент от  $G_{\text{min},Lc1}$  в сечении 1-1:

$$M_{p\text{min}} = B * K_{k1} * (G_{\text{min},a} * L_{c1} * L_{c1} / 2 + (G_{\text{min},Lc1} - G_{\text{min},a}) * L_{c1} * L_{c1} / 6) = 2,266\text{тм}$$

Расчетная поперечная сила от  $G_{\text{min},Lc1}$  в сечении 1-1:

$$Q_{p\text{min}} = 2 * M_{p\text{min}} / L_{c1} = 7,554\text{т}$$

$$\text{Расчетный момент от } q_{\text{пол}} \text{ и } Y_{h1} \text{ в сечении 1-1 } M_{p,qy} = B * L_{c1} * (h_z * Y_{h1} * 1.15 + q_{\text{пол}}) * L_{c1} / 2 = 3,148\text{тм}$$

Расчетная поперечная сила от  $q_{\text{пол}}$  и  $Y_{h1}$  в сечении 1-1  $Q_{p,qy} =$

$$B * L_{c1} * (h_z * Y_{h1} * 1.15 + q_{\text{пол}}) = 10,494\text{т}$$

Принимаем для расчета на обратный момент  $M_{p,om} = M_{p,qy} - M_{p\text{min}}$

$$M_{p,om} = 0,882\text{тм} > 0 - \text{требуется расчет на обратный момент}$$

Ширина растянутой зоны  $V_{pз} = B = 3,000\text{м}$

Выполняем проверку на способность бетона воспринять момент  $M_{p,om}$

без продольной арматуры (СП63.13330.2018 формула 7.8)

$$M_{p,om} \leq R_{bt} * V_{pз} * h_1 * h_1 / 6 = 7,709\text{тм}$$

**Условие выполняется**

$$\text{Расчетная поперечная сила от } G_{,Lc1} \text{ в сечении 1-1 } Q_p = B * ((G_{\text{max},A} + G_{,Lc1}) * L_{c1} / 2) = 2,406\text{т}$$

$$\text{Окончательное значение } Q_p \text{ принимаем } Q_p = Q_{p,qy} - Q_{p\text{min}} = 2,940\text{т}$$

При нагрузках на плитную часть от веса грунта, собственного веса плитной части и полезной нагрузки принимаем значение  $G_{\text{max},A} = Q_p / L_{c1} = 4,900\text{т/м}$

Рабочая высота сечения для расчета нижней сетки  $h_0 = 0,330\text{м}$

Расчетная ширина сечения для расчета по поперечной силе  $V_p = B = 3,000\text{м}$

Ширина сжатой зоны  $V_{сз} = B = 3,000\text{м}$

Определяем значение  $A_m$  (нижняя сетка):

$$A_m = M_p / (R_b * h_0 * h_0 * V_{сз}) = 0,002$$

Значение граничной относительной высоты сжатой зоны  $E_r$  (СП63.13330.2018 формула 8.1):

$$E_r = 0.8 / (1 + R_s / E_s / 0.0035) = 0,533$$

Определяем значение  $A_r$ :

$$A_r = E_r * (1 - 0.5 * E_r) = 0,391$$

Выполняем проверку условия  $A_m < A_r$ :

**Условие выполняется** - сжатая арматура не требуется

Проверяем по формуле 8.57 условие  $Q_p < 2.5 \cdot R_{bt} \cdot V_p \cdot h_0 = 238,491 \text{ т}$

**Условие выполняется**

Проверяем условие  $G_{ср, Lc} \leq R_{bt}/6 = 16,060 \text{ т/м}^2$

**Условие выполняется**

Проверяем по формуле 8.57 условие  $Q_p < 0.5 \cdot R_{bt} \cdot V_p \cdot h_0 + 3 \cdot h_0 \cdot G_{ср, Lc} \cdot V_p = 51,669 \text{ т}$

**Условие выполняется**

Определяем требуемую площадь  $A_{s, \text{треб}}$  сечения арматуры (нижняя сетка):

$$A_{s, \text{треб}} = R_b \cdot V_{сз} \cdot h_0 \cdot (1 - \sqrt{1 - 2 \cdot A_m}) / R_s = 0,668 \text{ см}^2$$

Окончательно принимаем площадь  $A_{s, \text{треб}}$  (нижняя сетка) = 0,668 см<sup>2</sup>

Шаг арматуры  $S = 200 \text{ мм}$

Количество стержней  $K = 16 \text{ шт.}$

Окончательно принимаем площадь  $A_{s, \text{треб(вс)}}$  (верхняя сетка) = 0,001 см<sup>2</sup>

Шаг арматуры  $S = 200 \text{ мм}$

Количество стержней  $K = 16 \text{ шт.}$

Диаметр стержней нижней сетки  $d = 10 \text{ мм}$

(Подобран по конструктивным требованиям)

**\*\*\* Выполняем расчет на трещинообразование \*\*\***

### **Расчет железобетонного сечения на образование трещин согласно требований СП63.13330.2018 п.8.2.4...8.2.14**

Расчет на трещинообразование производим по сечению 1-1 (нижняя сетка)

Коэффициент приведения арматуры к бетону  $A_e = E_s/E_b = 6,538$

Площадь растянутой арматуры  $A_s = 12,566 \text{ см}^2$

Площадь сжатой арматуры  $A_{s'} = 12,566 \text{ см}^2$

Площадь приведенного сечения (формула 8.126)  $A_{red} = b \cdot h + A_e \cdot A_s + A_e \cdot A_{s'} = 12164,31 \text{ см}^2$

Статический момент полного приведенного сечения относительно растянутой грани:

$$S_{red} = b \cdot h \cdot h \cdot 0.5 + A_e \cdot A_s \cdot a + A_e \cdot A_{s'} \cdot (h - a') = 243286,1 \text{ см}^3$$

где  $b = B = 300,0 \text{ см}$ ,  $h = h_1 = 40,0 \text{ см}$

Расстояние от наиболее растянутого волокна бетона до центра тяжести приведенного сечения:

$$Y_t = S_{red}/A_{red} = 20,0 \text{ см}$$

Момент инерции приведенного сечения относительно его центра тяжести (формула 8.125):

$$I_{red} = b \cdot h \cdot h^3/12 + A_e \cdot A_s \cdot (Y_t - a)^2 + A_e \cdot A_{s'} \cdot (h - Y_t - a')^2 = 1627768,0 \text{ см}^4$$

Усредненный коэффициент приведения расчетного момента к нормативному  $K_k = 1,15$

Коэффициент приведения расчетной вертикальной нагрузки к нормативному  $K_p = 1,15$

Момент сопротивления (формула 8.122)  $W_{pl} = 1.3 \cdot I_{red}/Y_t = 105804,9 \text{ см}^3$

Момент образования трещин с учетом неупругих деформаций растянутого бетона (формула 8.121):

$$M_{сгс} = W_{pl} \cdot R_{bt, сер} = 1672352,0 \text{ кг} \cdot \text{см}$$

Расчетный момент  $M = 78608,0 \text{ кг} \cdot \text{см}$

Проверяем условие (8.116)  $M_{сгс} > M/K_k = 68354,8 \text{ кг} \cdot \text{см}$

**Условие выполняется - расчет по раскрытию трещин не требуется**

Диаметр стержней верхней сетки  $d = 10 \text{ мм}$

(Подобран по конструктивным требованиям)

### \*\*\* Выполняем расчет на трещинообразование \*\*\*

#### Расчет железобетонного сечения на образование трещин согласно требований СП63.13330.2018 п.8.2.4...8.2.14

Расчет на трещинообразование производим по сечению 1-1 (верхняя сетка)

Коэффициент приведения арматуры к бетону  $A_e = E_s/E_b = 6,538$

Площадь растянутой арматуры  $A_s = 12,566\text{см}^2$

Площадь сжатой арматуры  $A_{s'} = 12,566\text{см}^2$

Площадь приведенного сечения (формула 8.126)  $A_{red} = b \cdot h + A_e \cdot A_s + A_e \cdot A_{s'} = 12164,31\text{см}^2$

Статический момент полного приведенного сечения относительно растянутой грани:

$S_{red} = b \cdot h \cdot h \cdot 0,5 + A_e \cdot A_s \cdot a' + A_e \cdot A_{s'} \cdot (h - a) = 243286,1\text{см}^3$

где  $b = B = 300,0\text{см}$ ,  $h = h_1 = 40,0\text{см}$

где  $b = B_{сз} = 300,0\text{см}$   $h = h_1 + h_2 + h_3 = 40,0\text{см}$

Расстояние от наиболее растянутого волокна бетона до центра тяжести приведенного сечения:

$Y_t = S_{red}/A_{red} = 20,0\text{см}$

Момент инерции приведенного сечения относительно его центра тяжести (формула 8.125):

$I_{red} = b \cdot h^3 \cdot h / 12 + A_e \cdot A_s \cdot (Y_t - a)^2 + A_e \cdot A_{s'} \cdot (h - Y_t - a')^2 = 1627768,0\text{см}^4$

Усредненный коэффициент приведения расчетного момента к нормативному  $K_k = 1,15$

Коэффициент приведения расчетной вертикальной нагрузки к нормативному  $K_p = 1,15$

Момент сопротивления (формула 8.122)  $W_{pl} = 1,3 \cdot I_{red} / Y_t = 105804,9\text{см}^3$

Момент образования трещин с учетом неупругих деформаций растянутого бетона (формула 8.121):

$M_{cr,c} = W_{pl} \cdot R_{bt,ser} = 1672352,0\text{кг} \cdot \text{см}$

Расчетный момент  $M = 88208,0\text{кг} \cdot \text{см}$

Проверяем условие (8.116)  $M_{cr,c} > M / K_k = 76702,6\text{кг} \cdot \text{см}$

**Условие выполняется - расчет по раскрытию трещин не требуется**

#### Расчет на поперечную силу и момент

##### \*\*\* Сечение 4-4 \*\*\*

Вылет ступени  $L_{c4} = 0,600\text{м}$

Значение MAX напряжения на расстоянии  $L_{c4}$  от края подошвы (без учета  $Y_{h1}$  и  $q_{пол}$ ):

$G_{,L_{c4}} = G_{max,B} - (G_{max,B} - G_{min,B}) \cdot L_{c4} / B = -0,070\text{т/м}^2$

Значение среднего напряжения на участке  $L_{c4}$  (без учета  $Y_{h1}$  и  $q_{пол}$ ):

$G_{ср,L_{c4}} = (G_{max,B} + G_{,L_{c4}}) / 2 = -0,064\text{т/м}^2$

Значение MIN напряжения на расстоянии  $L_{c4}$  от края подошвы (с учетом  $Y_{h1}$  и  $q_{пол}$ ):

$G_{min,L_{c4}} = G_{min,b} + (G_{max,b} - G_{min,b}) \cdot L_{c4} / B = 4,976\text{т/м}^2$

Принимаем расчетный момент от  $G_{,L_{c4}}$  в сечении 4-4  $M_p = 0\text{тм}$

Расчетный момент от  $G_{min,L_{c4}}$  в сечении 4-4:

$M_{pmin} = A \cdot K_k^2 \cdot (G_{min,b} \cdot L_{c4} \cdot L_{c4} / 2 + (G_{min,L_{c4}} - G_{min,b}) \cdot L_{c4} \cdot L_{c4} / 6) = 3,086\text{тм}$

Расчетная поперечная сила от  $G_{min,L_{c4}}$  в сечении 4-4:

$Q_{pmin} = 2 \cdot M_{pmin} / L_{c4} = 10,285\text{т}$

Расчетный момент от  $q_{пол}$  и  $Y_{h1}$  в сечении 4-4  $M_{p,qy} = A \cdot L_{c4} \cdot (h_z \cdot Y_{h1} \cdot 1,15 + q_{пол}) \cdot L_{c4} / 2 = 3,148\text{тм}$

Расчетная поперечная сила от  $q_{пол}$  и  $Y_{h1}$  в сечении 4-4  $Q_{p,qy} =$

$A \cdot L_{c4} \cdot (h_z \cdot Y_{h1} \cdot 1,15 + q_{пол}) = 10,494\text{т}$

Принимаем для расчета на обратный момент  $M_{p,om} = M_{p,qu} - M_{p,min}$

$M_{p,om} = 0,063 \text{ тм} > 0$  - требуется расчет на обратный момент

Ширина растянутой зоны  $V_{pz} = A = 3,000 \text{ м}$

Выполняем проверку на способность бетона воспринять момент  $M_{p,om}$  без продольной арматуры (СП63.13330.2018 формула 7.8)

$M_{p,om} \leq R_{bt} * V_{pz} * h_1 * h_1 / 6 = 7,709 \text{ тм}$

**Условие выполняется**

Окончательное значение  $Q_p$  принимаем  $Q_p = Q_{p,qu} - Q_{p,min} = 0,209 \text{ т}$

При нагрузках на плитную часть от веса грунта, собственного веса плитной части и полезной нагрузки принимаем значение  $G_{max,A} = Q_p / L_c^4 = 0,348 \text{ т/м}$

Рабочая высота сечения  $h_0 = 0,330 \text{ м}$

Расчетная ширина сечения для расчета по поперечной силе  $A_p = A = 3,000 \text{ м}$

Ширина сжатой зоны  $A_{сз} = A = 3,000 \text{ м}$

Определяем значение  $A_m$  :

$A_m = M_p / (R_b * h_0 * h_0 * A_{сз}) = 0,000$

Значение граничной относительной высоты сжатой зоны  $E_r$  (СП63.13330.2018 формула 8.1):

$E_r = 0.8 / (1 + R_s / E_s / 0.0035) = 0,533$

Определяем значение  $A_r$ :

$A_r = E_r * (1 - 0.5 * E_r) = 0,391$

Выполняем проверку условия  $A_m < A_r$ :

**Условие выполняется** - сжатая арматура не требуется

Проверяем по формуле 8.57 условие:  $Q_p < 2.5 * R_{bt} * A_p * h_0 = 238,491 \text{ т}$

**Условие выполняется**

Проверяем условие  $G_{cp,Lc} \leq R_{bt} / 6 = 16,060 \text{ т/м}^2$

**Условие выполняется**

Проверяем по формуле 8.57 условие:  $Q_p < 0.5 * R_{bt} * A_p * h_0 + 3 * h_0 * G_{cp,Lc} * A_p = 47,508 \text{ т}$

**Условие выполняется**

Определяем требуемую площадь  $A_{s,трeб}$  сечения арматуры (нижняя сетка):

$A_{s,трeб} = R_b * A_{сз} * h_0 * (1 - \sqrt{1 - 2 * A_m}) / R_s = 0,000 \text{ см}^2$

Окончательно принимаем площадь  $A_{s,трeб}$  (нижняя сетка) = 0,000 см<sup>2</sup>

Шаг арматуры  $S = 200 \text{ мм}$

Количество стержней  $K = 16 \text{ шт.}$

Окончательно принимаем площадь  $A_{s,трeб(вс)}$  (верхняя сетка) = 0,001 см<sup>2</sup>

Шаг арматуры  $S = 200 \text{ мм}$

Количество стержней  $K = 16 \text{ шт.}$

Диаметр стержней нижней сетки  $d = 10 \text{ мм}$

(Подобран по конструктивным требованиям)

Диаметр стержней верхней сетки  $d = 10 \text{ мм}$

(Подобран по конструктивным требованиям)

**\*\*\* Выполняем расчет на трещинообразование \*\*\***

### **Расчет железобетонного сечения на образование трещин согласно требований СП63.13330.2018 п.8.2.4...8.2.14**

Расчет на трещинообразование производим по сечению 4-4 (верхняя сетка)

Коэффициент приведения арматуры к бетону  $A_e = E_s / E_b = 6,538$

Площадь растянутой арматуры  $A_s = 12,566\text{см}^2$

Площадь сжатой арматуры  $A_{s'} = 12,566\text{см}^2$

Площадь приведенного сечения (формула 8.126)  $A_{red} = b \cdot h + A_e \cdot A_s + A_e \cdot A_{s'} = 12164,31\text{см}^2$

Статический момент полного приведенного сечения относительно растянутой грани:

$S_{red} = b \cdot h \cdot h \cdot 0,5 + A_e \cdot A_{s'} \cdot a' + A_e \cdot A_s \cdot (h - a) = 243286,1\text{см}^3$

где  $b = A = 300,0\text{см}$   $h = h_1 = 40,0\text{см}$

где  $b = A_{сз} = 300,0\text{см}$   $h = h_1 + h_2 + h_3 = 40,0\text{см}$

Расстояние от наиболее растянутого волокна бетона до центра тяжести приведенного сечения:

$Y_t = S_{red} / A_{red} = 20,0\text{см}$

Момент инерции приведенного сечения относительно его центра тяжести (формула 8.125):

$I_{red} = b \cdot h \cdot h \cdot h / 12 + A_e \cdot A_{s'} \cdot (Y_t - a')^2 + A_e \cdot A_s \cdot (h - Y_t - a')^2 = 1627768,0\text{см}^4$

Усредненный коэффициент приведения расчетного момента к нормативному  $K_k = 1,15$

Коэффициент приведения расчетной вертикальной нагрузки к нормативному  $K_p = 1,15$

Момент сопротивления (формула 8.122)  $W_{pl} = 1,3 \cdot I_{red} / Y_t = 105804,9\text{см}^3$

Момент образования трещин с учетом неупругих деформаций растянутого бетона (формула 8.121):

$M_{crс} = W_{pl} \cdot R_{bt,ser} = 1672352,0\text{кг} \cdot \text{см}$

Расчетный момент  $M = 6256,0\text{кг} \cdot \text{см}$

Проверяем условие (8.116)  $M_{crс} > M / K_k = 5440,0\text{кг} \cdot \text{см}$

**Условие выполняется - расчет по раскрытию трещин не требуется**

### **Проверка на продавливание согласно требований пособия по проектированию фундаментов**

**на естественном основании под колонны зданий и сооружений (п.2.8 и 2.9)(ссылка 2) и требований**

**СП63.13330.2018 п.8.1.46 и 8.1.47**

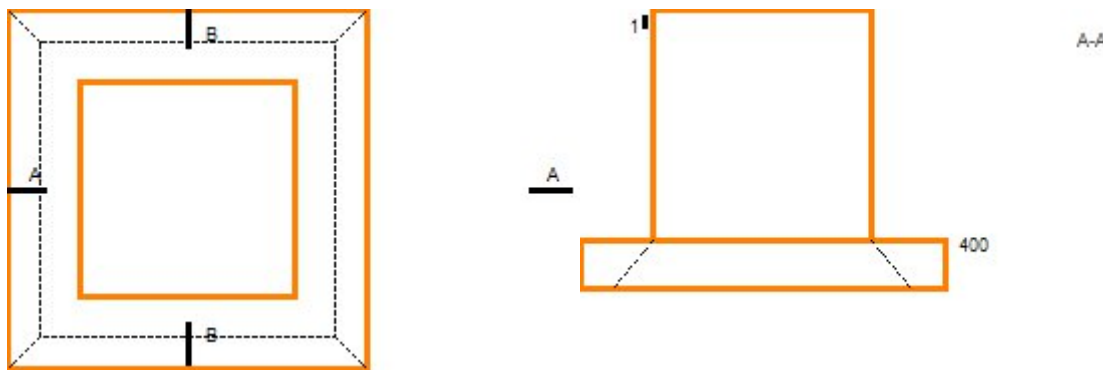


Рисунок 7 - Пирамида продавливания от подколонника

### **\*\*\* Проверка на продавливание от подколонника на действие $N, M, T_a$ \*\*\***

Расстояние  $S_a = 0,270\text{м}$

Рабочая высота сечения  $h_0 = 0,330\text{м}$

Площадь подошвы фундамента, ограниченная нижним основанием грани пирамиды продавливания и краем подошвы  $A_0 = 0,737\text{м}^2$

Среднеарифметическое значение периметров верхнего и нижнего оснований пирамиды продавливания :

формула 2(ссылка 2)  $u = (B_{ог} + h_0) = 2,130\text{м}$

Продавливающая сила (формула 3 (ссылка 2))  $F = A_0 \cdot G_{max,A} = 1,248\text{т}$

Выполняем проверку условия (8.87) СП63.13330.2018:  $F \leq R_{bt} \cdot u \cdot h_0 = 67,731 \text{ т}$

**Проверка выполняется**

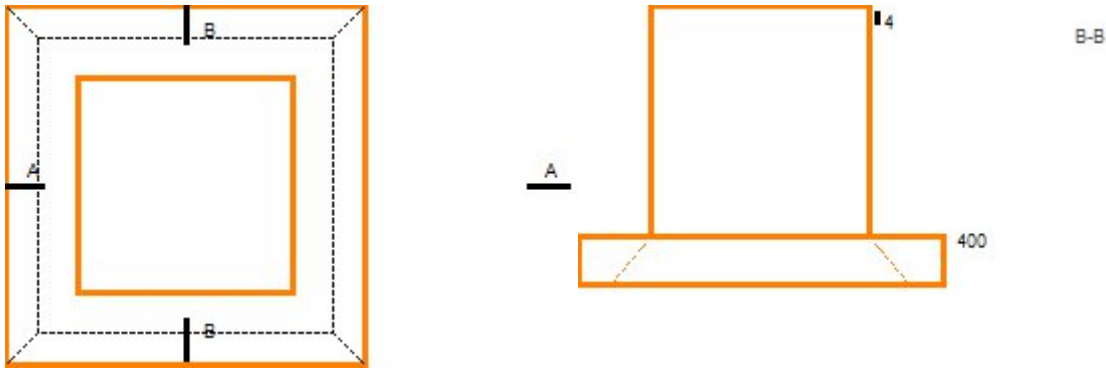


Рисунок 8 - Пирамида продавливания от подколонника

**\*\*\* Проверка на продавливание от подколонника на действие  $N, M_b, T_b$  \*\*\***

Расстояние  $C_b = 0,270 \text{ м}$

Рабочая высота сечения  $h_0 = 0,330 \text{ м}$

Площадь подошвы фундамента, ограниченная нижним основанием грани пирамиды продавливания и краем подошвы  $A_0 = 0,737 \text{ м}^2$

Среднеарифметическое значение периметров верхнего и нижнего оснований пирамиды продавливания :

формула 2(ссылка 2)  $u = (A_{ог} + h_0) = 2,130 \text{ м}$

Продавливающая сила (формула 3 (ссылка 2))  $F = A_0 \cdot G_{max, B} = -0,043 \text{ т}$

Выполняем проверку условия (8.87) СП63.13330.2018:  $F \leq R_{bt} \cdot u \cdot h_0 = 67,731 \text{ т}$

**Проверка выполняется**

### 1.2.3 Расчет подколонника

**Расчет подколонника на поперечную силу и момент согласно требований СП63.13330.2018**

**\*\*\* Расчет на поперечную силу и момент от действия  $T_a$  и  $M_a$  \*\*\***

Высота подколонника  $h_{ог} = H - h_1 - h_2 - h_3 = 1,900 \text{ м}$

Расчетная поперечная сила  $Q_p = T_a = -0,100 \text{ т}$

Расчетный момент  $M_p = M_a + T_a \cdot h_{ог} = 8,060 \text{ тм}$

Расчетная вертикальная сила  $N = -0,800 \text{ т}$

Рабочая высота сечения  $h_0 = 1,765 \text{ м}$

Ширина сечения  $B_{ог} = 1,800 \text{ м}$

Высота сечения  $h = 1,800 \text{ м}$

Значение граничной относительной высоты сжатой зоны  $E_r$  (СП63.13330.2018 формула 8.1):

$E_r = 0,8 / (1 + R_s / E_s / 0,0035) = 0,533$

Определяем значение  $A_r$ :

$A_r = E_r \cdot (1 - 0,5 \cdot E_r) = 0,391$

Вычисляем значение  $G_{cp}$  (растяжение):

$G_{cp} = |N| / (A_{ог} \cdot B_{ог}) = 0,25 \text{ т/м}^2$

Вычисляем значение  $\phi_n = 1 - |G_{cp}|/2/R_{bt} = 0,9987$

Выполняем проверку на поперечное армирование по расчету

Проверяем по формуле 8.57 условие:  $Q_p < 2.5 \cdot R_{bt} \cdot V_{ог} \cdot h_0 \cdot \phi_n = 764,359 \text{т}$

**Условие выполняется**

Принимаем длину проекции наклонного сечения  $C = 1,900 \text{м}$

Проверяем по формуле 8.57 условие:  $Q_p < 1.5 \cdot R_{bt} \cdot V_{ог} \cdot h_0 \cdot \phi_n / C = 426,029 \text{т}$

**Условие выполняется**

Подбираем арматуру как для внецентренно растянутого элемента:

Эксцентриситет  $e_0 = M_p / N = 10,075 \text{м}$

Значение  $e' = h/2 - a_1 + e_0 = 10,94 \text{м}$

При симметричном армировании вычисляем значение  $A_{s, \text{треб}}$  из формулы 8.23:

$A_{s, \text{треб}} = N \cdot e' / R_s / (h_0 - a_1) = 1,418 \text{см}^2$

Значение  $e = -h/2 + a_1 + e_0 = 9,21 \text{м}$

Вычисляем значение  $A_m$  :

$A_m = (N \cdot e - R_{sc} \cdot A_{s, \text{треб}} \cdot (h_0 - a_1)) / R_b / V_{ог} / h_0 / h_0 = 0,00$

При  $e' > h_0 - a_1$  выполняем проверку условия  $A_m \leq A_r$ :

**Условие выполняется**

Шаг арматуры  $S = 96 \text{мм}$

Количество стержней  $K = 19 \text{шт.}$

Диаметр стержней  $d = 16 \text{мм}$

(Подобран по требованию минимального процента армирования - 0,1% )

**\*\*\* Выполняем расчет на трещинообразование \*\*\***

### **Расчет железобетонного сечения на образование трещин согласно требований СП63.13330.2018 п.8.2.4...8.2.14**

Коэффициент приведения арматуры к бетону  $A_e = E_s / E_b = 6,538$

Площадь растянутой арматуры  $A_s = 38,201 \text{см}^2$

Площадь сжатой арматуры  $A_{s'} = 38,201 \text{см}^2$

Площадь приведенного сечения (формула 8.126)  $A_{red} = b \cdot h + A_e \cdot A_s + A_e \cdot A_{s'} = 32899,49 \text{см}^2$

Статический момент полного приведенного сечения относительно растянутой грани:

$S_{red} = b \cdot h \cdot h \cdot 0.5 + A_e \cdot A_s \cdot a' + A_e \cdot A_{s'} \cdot (h - a) = 2960955,0 \text{см}^3$

Расстояние от наиболее растянутого волокна бетона до центра тяжести приведенного сечения:

При симметричном армировании  $Y_t = h/2 = 90,0 \text{см}$

Момент инерции приведенного сечения относительно его центра тяжести (формула 8.125):

$I_{red} = b \cdot h \cdot h^3 / 12 + A_e \cdot A_s \cdot (Y_t - a)^2 + A_e \cdot A_{s'} \cdot (h - Y_t - a')^2 = 91217340,0 \text{см}^4$

Усредненный коэффициент приведения расчетного момента к нормативному  $K_k = 1,15$

Коэффициент приведения расчетной вертикальной нагрузки к нормативному  $K_p = 1,15$

Момент сопротивления (формула 8.123)  $W = I_{red} / Y_t = 1013526,0 \text{см}^3$

Расстояние от центра тяжести приведенного сечения элемента до ядровой точки (формула 4.6):

$e_y = W / A_{red} = 30,807 \text{см}$

Момент сопротивления (формула 8.122)  $W_{pl} = 1.3 \cdot I_{red} / Y_t = 1317584,0 \text{см}^3$

Момент образования трещин с учетом неупругих деформаций растянутого бетона (формула 8.121):

$M_{сrc} = W_{pl} \cdot R_{bt, ser} + N / K_p \cdot e_y = 20804300,0 \text{кг} \cdot \text{см}$

Расчетный момент  $M = 806000,1 \text{ кг} \cdot \text{см}$

Проверяем условие (8.116)  $M_{\text{сг}} > M/K_k = 700869,6 \text{ кг} \cdot \text{см}$

**Условие выполняется - расчет по раскрытию трещин не требуется**

### \*\*\* Расчет на поперечную силу и момент от действия $T_b$ и $M_b$ \*\*\*

Высота подколоники  $h_{ог} = H - h_1 - h_2 - h_3 = 1,900 \text{ м}$

Расчетная поперечная сила  $Q_p = T_b = -0,100 \text{ т}$

Расчетный момент  $M_p = M_b + T_b \cdot h_{ог} = 0,100 \text{ тм}$

Расчетная вертикальная сила  $N = -0,800 \text{ т}$

Рабочая высота сечения  $h_0 = 1,765 \text{ м}$

Ширина сечения  $A_{ог} = 1,800 \text{ м}$

Высота сечения  $h = 1,800 \text{ м}$

Значение граничной относительной высоты сжатой зоны  $E_r$  (СП63.13330.2018 формула 8.1):

$$E_r = 0.8 / (1 + R_s / E_s / 0.0035) = 0,533$$

Определяем значение  $A_r$  :

$$A_r = E_r \cdot (1 - 0.5 \cdot E_r) = 0,391$$

Выполняем проверку на поперечное армирование по расчету

Проверяем по формуле 8.57 условие:  $Q_p < 2.5 \cdot R_{bt} \cdot A_{ог} \cdot h_0 \cdot \varphi_n = 764,359 \text{ т}$

**Условие выполняется**

Принимаем длину проекции наклонного сечения  $C = 1,900 \text{ м}$

Проверяем по формуле 8.57 условие:  $Q_p < 1.5 \cdot R_{bt} \cdot A_{ог} \cdot h_0 \cdot \varphi_n / C = 426,029 \text{ т}$

**Условие выполняется**

Подбираем арматуру как для внецентренно растянутого элемента:

Эксцентриситет  $e_0 = M_p / N = 0,125 \text{ м}$

Значение  $e' = h/2 - a_1 + e_0 = 0,99 \text{ м}$

При симметричном армировании вычисляем значение  $A_{s, \text{треб}}$  из формулы 8.23:

$$A_{s, \text{треб}} = N \cdot e' / R_s / (h_0 - a_1) = 0,128 \text{ см}^2$$

Шаг арматуры  $S = 96 \text{ мм}$

Количество стержней  $K = 19 \text{ шт.}$

Диаметр стержней  $d = 16 \text{ мм}$

(Подобран по требованию минимального процента армирования - 0,1% )

### \*\*\* Выполняем расчет на трещинообразование \*\*\*

#### Расчет железобетонного сечения на образование трещин согласно требований СП63.13330.2018 п.8.2.4...8.2.14

Коэффициент приведения арматуры к бетону  $A_e = E_s / E_b = 6,538$

Площадь растянутой арматуры  $A_s = 38,201 \text{ см}^2$

Площадь сжатой арматуры  $A_{s'} = 38,201 \text{ см}^2$

Площадь приведенного сечения (формула 8.126)  $A_{\text{ред}} = b \cdot h + A_e \cdot A_s + A_e \cdot A_{s'} = 32899,49 \text{ см}^2$

Статический момент полного приведенного сечения относительно растянутой грани:

$$S_{\text{ред}} = b \cdot h^3 \cdot 0.5 + A_e \cdot A_{s'} \cdot a' + A_e \cdot A_s \cdot (h - a) = 2960955,0 \text{ см}^3$$

Расстояние от наиболее растянутого волокна бетона до центра тяжести приведенного сечения:

При симметричном армировании  $Y_t = h/2 = 90,0\text{см}$

Момент инерции приведенного сечения относительно его центра тяжести (формула 8.125):

$$I_{red} = b \cdot h^3 / 12 + A_e \cdot A_s \cdot (Y_t - a)^2 + A_e \cdot A_s' \cdot (h - Y_t - a')^2 = 91217340,0\text{см}^4$$

Усредненный коэффициент приведения расчетного момента к нормативному  $K_k = 1,15$

Коэффициент приведения расчетной вертикальной нагрузки к нормативному  $K_p = 1,15$

Момент сопротивления (формула 8.123)  $W = I_{red} / Y_t = 1013526,0\text{см}^3$

Расстояние от центра тяжести приведенного сечения элемента до ядровой точки (формула 4.6):

$$e_y = W / A_{red} = 30,807\text{см}$$

Момент сопротивления (формула 8.122)  $W_{pl} = 1.3 \cdot I_{red} / Y_t = 1317584,0\text{см}^3$

Момент образования трещин с учетом неупругих деформаций растянутого бетона (формула 8.121):

$$M_{crs} = W_{pl} \cdot R_{bt,ser} + N / K_p \cdot e_y = 20804300,0\text{кг} \cdot \text{см}$$

Расчетный момент  $M = 10000,0\text{кг} \cdot \text{см}$

Проверяем условие (8.116)  $M_{crs} > M / K_k = 8695,7\text{кг} \cdot \text{см}$

**Условие выполняется - расчет по раскрытию трещин не требуется**

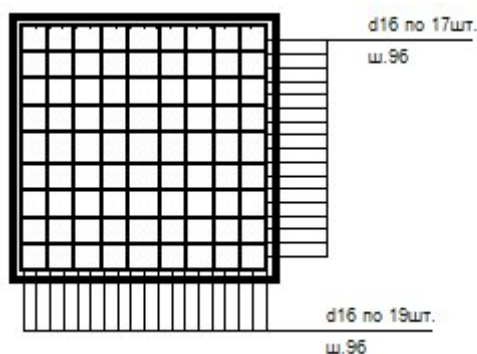


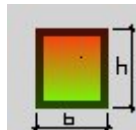
Рисунок 9 - Принятое армирование подколонника

#### 1.2.4 Расчет армирования подколонника по НДМ на $N_{min}$

**Расчет прочности нормального сечения на основе нелинейной деформационной модели согласно требований СП63.13330.2018 п.8.1.20...8.1.30**

Исходные данные:

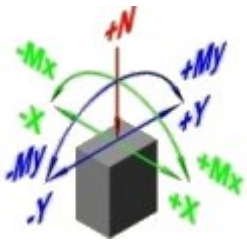
Сечение:



$h, \text{мм} : 1800$

$b, \text{мм} : 1800$

Нагрузки:



$$N = -0.8\text{т}$$

$$M_x = 8.06\text{тм}$$

$$M_y = 0.1\text{тм}$$

Материал:

$$R_b = 133.073\text{кг/см}^2$$

$$R_{bt} = 9.636\text{кг/см}^2$$

Принимаем угол наклона  $S$  нейтральной оси к вертикальной оси  $S = 0,711$  (градусы)

Определяем характер эпюры деформаций путем сравнения внешней продольной силы  $N$  и внутреннего усилия  $N_c$ , определенного по формуле (8.28) при значениях  $E_b$  в крайних точках, равных 0 и 0.0035.

Разбиваем сечение на конечные элементы с размером стороны элемента не более 18мм

$$\text{По формуле 8.28 сумма } G_{bi} \cdot A_{bi} = 3402,728\text{т}$$

$$\text{По формуле 8.28 сумма } G_{sj} \cdot A_{sj} = 332,431\text{т}$$

$$N_c = G_{bi} \cdot A_{bi} + G_{sj} \cdot A_{sj} = 3735,159\text{т}$$

$N_c > N$  - эпюра двухзначная.

$$\text{Принимаем высоту сжатой зоны } X = 135,5996833\text{мм}$$

$$\text{По формуле 8.26 сумма } G_{bi} \cdot A_{bi} \cdot Z_{bxi} = 194,177\text{тм}$$

$$\text{По формуле 8.27 сумма } G_{bi} \cdot A_{bi} \cdot Z_{byi} = 7,98\text{тм}$$

$$\text{По формуле 8.28 сумма } G_{bi} \cdot A_{bi} = 228,305\text{т}$$

$$\text{По формуле 8.26 сумма } G_{sj} \cdot A_{sj} \cdot Z_{sxj} = 247,129\text{тм}$$

$$\text{По формуле 8.27 сумма } G_{sj} \cdot A_{sj} \cdot Z_{syj} = 2,388\text{тм}$$

$$\text{По формуле 8.28 сумма } G_{sj} \cdot A_{sj} = -229,105\text{т}$$

$$N_c = G_{bi} \cdot A_{bi} + G_{sj} \cdot A_{sj} = -0,801\text{т}$$

Максимально допустимые значения моментов :

$$M_{xc} = G_{bi} \cdot A_{bi} \cdot Z_{bxi} + G_{sj} \cdot A_{sj} \cdot Z_{sxj} = 441,305\text{тм}$$

$$M_{yc} = G_{bi} \cdot A_{bi} \cdot Z_{byi} + G_{sj} \cdot A_{sj} \cdot Z_{syj} = 10,367\text{тм}$$

**Прочность обеспечена.**

$$\text{Коэффициент использования } K(M) = 0,018$$

Таблица 3 - Мах допустимые относительные деформации в арматуре

#	X, MM	Y, MM	d, MM	Es	Rs, kr/cm2	Rsc, kr/cm2	Es, ult
1	-865	-865	16	-0,025	3567	3567	0.025
2	-865	865	16	-0,024675	3567	3567	0.025
3	-769	-865	16	-0,023547	3567	3567	0.025
4	-769	865	16	-0,023222	3567	3567	0.025
5	-673	-865	16	-0,022093	3567	3567	0.025
6	-673	865	16	-0,021768	3567	3567	0.025
7	-577	-865	16	-0,02064	3567	3567	0.025
8	-577	865	16	-0,020315	3567	3567	0.025
9	-481	-865	16	-0,019186	3567	3567	0.025
10	-481	865	16	-0,018861	3567	3567	0.025
11	-385	-865	16	-0,017733	3567	3567	0.025
12	-385	865	16	-0,017408	3567	3567	0.025
13	-289	-865	16	-0,01628	3567	3567	0.025
14	-289	865	16	-0,015955	3567	3567	0.025
15	-193	-865	16	-0,014826	3567	3567	0.025
16	-193	865	16	-0,014501	3567	3567	0.025
17	-97	-865	16	-0,013373	3567	3567	0.025
18	-97	865	16	-0,013048	3567	3567	0.025
19	-1	-865	16	-0,011919	3567	3567	0.025
20	-1	865	16	-0,011594	3567	3567	0.025
21	95	-865	16	-0,010466	3567	3567	0.025
22	95	865	16	-0,010141	3567	3567	0.025
23	191	-865	16	-0,009012	3567	3567	0.025
24	191	865	16	-0,008688	3567	3567	0.025
25	287	-865	16	-0,007559	3567	3567	0.025
26	287	865	16	-0,007234	3567	3567	0.025
27	383	-865	16	-0,006106	3567	3567	0.025
28	383	865	16	-0,005781	3567	3567	0.025
29	479	-865	16	-0,004652	3567	3567	0.025
30	479	865	16	-0,004327	3567	3567	0.025
31	575	-865	16	-0,003199	3567	3567	0.025
32	575	865	16	-0,002874	3567	3567	0.025
33	671	-865	16	-0,001745	3567	3567	0.025
34	671	865	16	-0,00142	3567	3567	0.025
35	767	-865	16	-0,000292	3567	3567	0.025
36	767	865	16	0,000056	3567	3567	0.025
37	863	-865	16	0,00198	3567	3567	0.025
38	863	865	16	0,002534	3567	3567	0.025
39	-865	-769	16	-0,024982	3567	3567	0.025
40	865	-769	16	0,002062	3567	3567	0.025
41	-865	-673	16	-0,024964	3567	3567	0.025
42	865	-673	16	0,002093	3567	3567	0.025
43	-865	-577	16	-0,024946	3567	3567	0.025
44	865	-577	16	0,002124	3567	3567	0.025
45	-865	-481	16	-0,024928	3567	3567	0.025
46	865	-481	16	0,002154	3567	3567	0.025
47	-865	-385	16	-0,02491	3567	3567	0.025
48	865	-385	16	0,002185	3567	3567	0.025
49	-865	-289	16	-0,024892	3567	3567	0.025
50	865	-289	16	0,002216	3567	3567	0.025
51	-865	-193	16	-0,024874	3567	3567	0.025
52	865	-193	16	0,002247	3567	3567	0.025
53	-865	-97	16	-0,024856	3567	3567	0.025
54	865	-97	16	0,002277	3567	3567	0.025
55	-865	-1	16	-0,024838	3567	3567	0.025
56	865	-1	16	0,002308	3567	3567	0.025
57	-865	95	16	-0,02482	3567	3567	0.025
58	865	95	16	0,002339	3567	3567	0.025
59	-865	191	16	-0,024802	3567	3567	0.025
60	865	191	16	0,00237	3567	3567	0.025
61	-865	287	16	-0,024784	3567	3567	0.025
62	865	287	16	0,0024	3567	3567	0.025
63	-865	383	16	-0,024766	3567	3567	0.025
64	865	383	16	0,002431	3567	3567	0.025
65	-865	479	16	-0,024748	3567	3567	0.025
66	865	479	16	0,002462	3567	3567	0.025
67	-865	575	16	-0,02473	3567	3567	0.025
68	865	575	16	0,002493	3567	3567	0.025
69	-865	671	16	-0,024711	3567	3567	0.025
70	865	671	16	0,002523	3567	3567	0.025
71	-865	767	16	-0,024693	3567	3567	0.025
72	865	767	16	0,002554	3567	3567	0.025

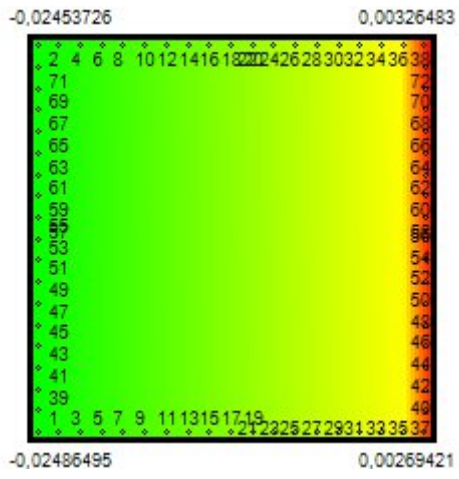


Рисунок 10 - Расчетное сечение

### 1.3 Коэффициенты использования (выводы) с учетом всех загружений

Таблица 4 - Коэффициенты использования с учетом всех загружений

Параметр	Козф.	Сигнал
Местная прочность подколонника (С)	0,00	
Прочность подколонника на внецентренное сжатие (растяжение) (N)	0,04	
Прочность подколонника на поперечную силу без учета поперечной арматуры (Q)	0,00	
Площадь сечения арматуры (As)	0,04	
Продолжительное раскрытие трещин в подколоннике (Тп)	M < M <sub>срс</sub>	
Кратковременное раскрытие трещин в подколоннике (Тк)	M < M <sub>срс</sub>	
Прочность плиты на поперечную силу без поперечной арматуры (Q)	0,07	
Прочность плиты на действие изгибающего момента (нижняя сетка) (M)	0,06	
Прочность плиты на действие обратного момента (Mo)	0,00	
Прочность плиты на продавливание (Пр)	0,02	
Продолжительное раскрытие трещин в плите (Тп)	M < M <sub>срс</sub>	
Кратковременное раскрытие трещин в плите (Тк)	M < M <sub>срс</sub>	
Проверка основания	0,14	

### 2 Коэффициенты использования по всем маркам фундаментов

Условные обозначения:

A1(пк) - анкеровка арматуры подколонника в подколонник

A2(пк) - анкеровка арматуры подколонника в плитную часть

C1(пк) - местная прочность подколонника

N(пк) - прочность подколонника на внецентренное сжатие (растяжение)

Q(пк) - прочность подколонника на поперечную силу без учета поперечной арматуры

Тп(пк) - продолжительное раскрытие трещин в подколоннике

Тк(пк) - кратковременное раскрытие трещин в подколоннике

A(пл) - анкеровка арматуры в плитной части

Q(пл) - прочность плиты на поперечную силу без поперечной арматуры

M(пл) - прочность плиты на действие изгибающего момента (нижняя сетка)

ПР(пл) - прочность плиты на продавливание

Mo(пл) - прочность плиты на действие обратного момента

Тп(пл) - продолжительное раскрытие трещин в плите

Тк(пл) - кратковременное раскрытие трещин в плите

Таблица 6 - Коэффициенты использования

Марка	Коэффициенты использования	Эскиз
ФМ1	$A1(пк)=0,129$ $A2(пк)=0,727$ $C(пк)=0,000$ $N(пк)=0,045$ $Q(пк)=0,004$ $Tп(пк)=M < Mсгс$ $Tк(пк)=M < Mсгс$ $A(пл)=0,377$ $Q(пл)=0,068$ $M(пл)=0,065$ $ПР(пл)=0,022$ $Мо(пл)=0,000$ $Tп(пл)=M < Mсгс$ $Tк(пл)=M < Mсгс$	