

ОБРАЗЕЦ

проектной документации · для ознакомления

Расчётная записка к каркасу

Реальный документ из практики ТТ ГРУПП — как пример состава и оформления раздела. Сведения о проектировщике, заказчике, адрес объекта, подписи и реквизиты скрыты.

Страниц образца: 22.

ТТ ГРУПП

ttgrupp.ru · +7 (928) 437-94-44

Расчет строительных конструкций.

При выполнении расчетов использовался программный комплекс SCAD Office 21.1.9.11, лицензия [REDACTED] от 19.01.2023г.

Вычислительный комплекс SCAD (structure cad) — интегрированная система прочностного анализа и проектирования конструкций на основе метода конечных элементов, позволяющая определить напряженно-деформированное состояние конструкций от статических и динамических воздействий, а также выполнить ряд функций проектирования элементов конструкций.

СБОР НАГРУЗОК

Тип загрузки	Состав нагрузки	Нормативное значение	γ_f	Расчетное значение
Постоянные	Собственный вес металлических конструкций	Учен автоматически	1.05	Учен автоматически
	Сэндвич панель кровельная мин. Вата 100мм	0.024 т/м2	1.2	0.029т/м2
	Стены ограждающие сэндвич панель 100мм минвата	0.022 т/м2	1.2	0.0264 т/м2
Кратковременные	Снеговая нагрузка	0.1 т/м2	1.4	0.14т/м2
Неактивная	Ветровая нагрузка по оси X	0.048 т/м2	1.4	0.0672т/м2
Неактивная	Ветровая нагрузка по оси Y	0.048 т/м2	1.4	0.0672т/м2

Расчетные сочетания усилий РСУ

Расчетные сочетания усилий и перемещений

Загрузки											
	Активное загружение	Активное загружение в РСП	Наименование	Тип загрузки	Вид нагрузки	Знакоп ременны е	Участвуют в групповых операциях			Коэф. надежно сти	Доля длитель ности
							Объедин ения	Ззаимоис ключени	Сопутствия		
1	☒	☒	Собственный вес	Постоянные на	Вес металличе	☐	☐	☐	☐	1,05	1
2	☒	☒	Снеговая нагрузка	Кратковремен	Полные снегов	☐	☐	☐	☐	1,4	0,7
3	☒	☒	Нагрузка от сндр	Постоянные на	Вес бетонных к	☐	☐	☐	☐	1,2	1
4	☒	☒	Ветровая нагрузка	Кратковремен	Ветровые нагр	☐	☐	☒	☐	1,4	0
5	☒	☒	Ветровая нагрузка	Кратковремен	Ветровые нагр	☐	☐	☒	☐	1,4	0
6	☐	☐	(L1)*1+(L2)*1+(L3)	Постоянные на	Другие	☐	☐	☐	☐	1	1
7	☐	☐	(L1)*1+(L2)*1+(L3)	Постоянные на	Другие	☐	☐	☐	☐	1	1

Дезактивировать
загружение

Дерево РСУ

Загрузки не могут входить в сочетания без загрузжений

Удаление РСУ

Шаг просмотра нагружений в пластинах

3

 град

Параметры

Список элементов

Унификация

Группы

Связи нагружений

Объединение

Сопутствие

Взаимоисключение

Краны

Типы сооружений (при учете сейсмики)

☒ Гражданские и промышленные

☐ Транспортные

2011

☒ ОК

☐ Отмена

 Справка

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Изм. К.уч. Лист № док Подп. Дата

Лист

3

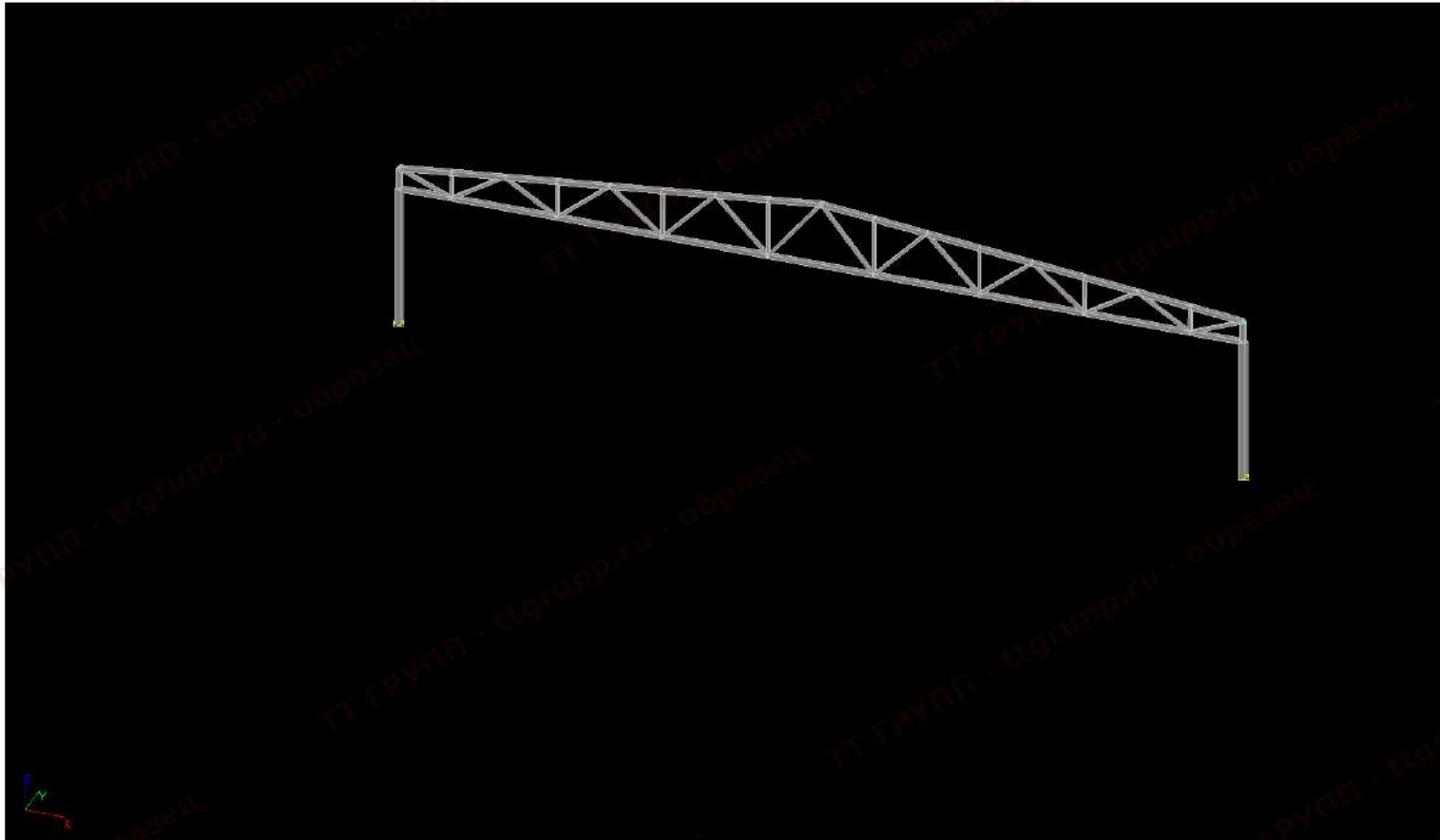


Рисунок 1. Расчетная 3 D модель рамы

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №								Лист
										4
			Изм.	К.уч.	Лист	№ док	Подп.	Дата		

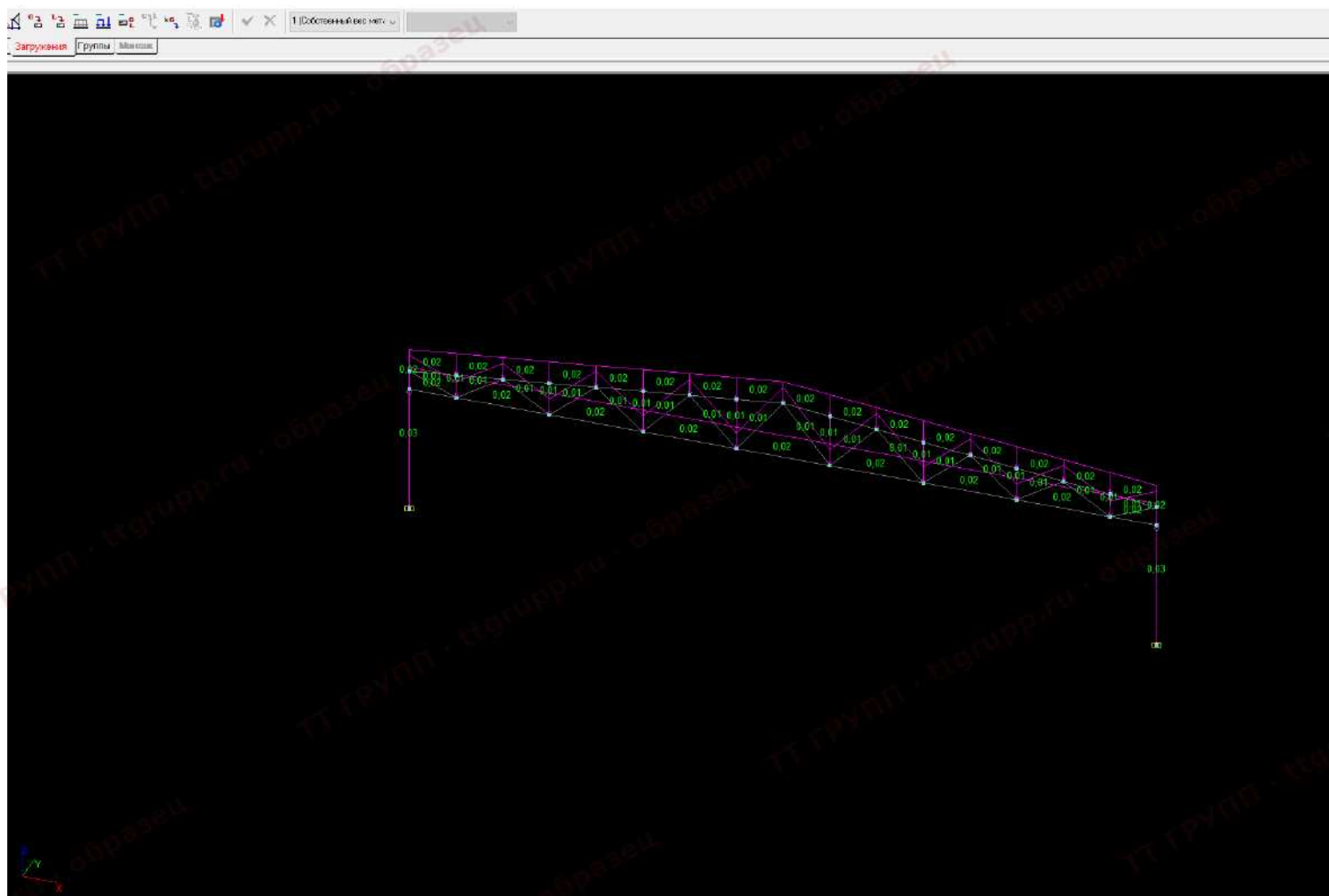


Рисунок 2. Загружение №1 (Собственный вес металлоконструкций)

Изм. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №

Изм.	К.уч.	Лист	№ док	Подп.	Дата

Лист
5

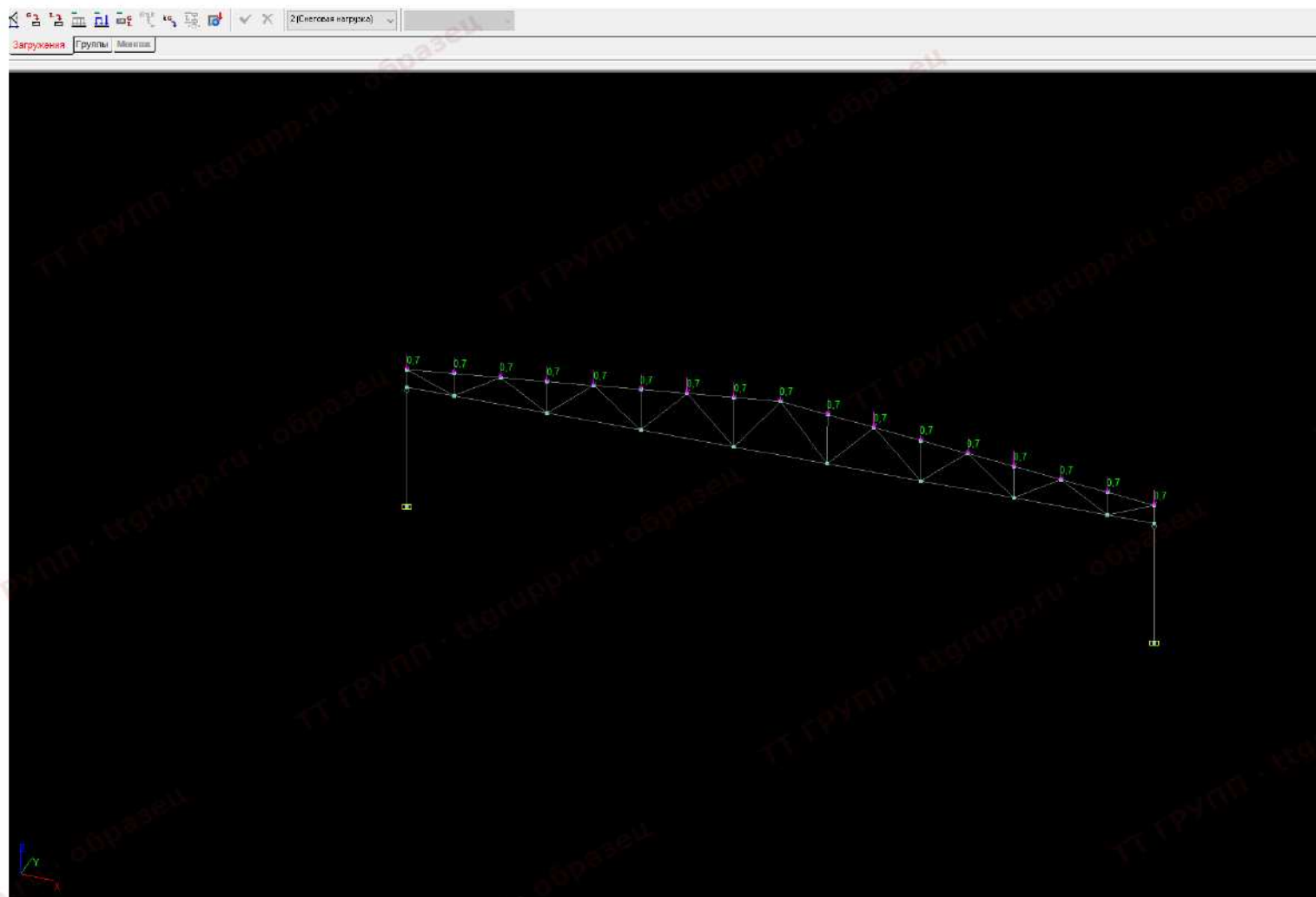


Рисунок 3. Загрузка №2 (Снеговая нагрузка)

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

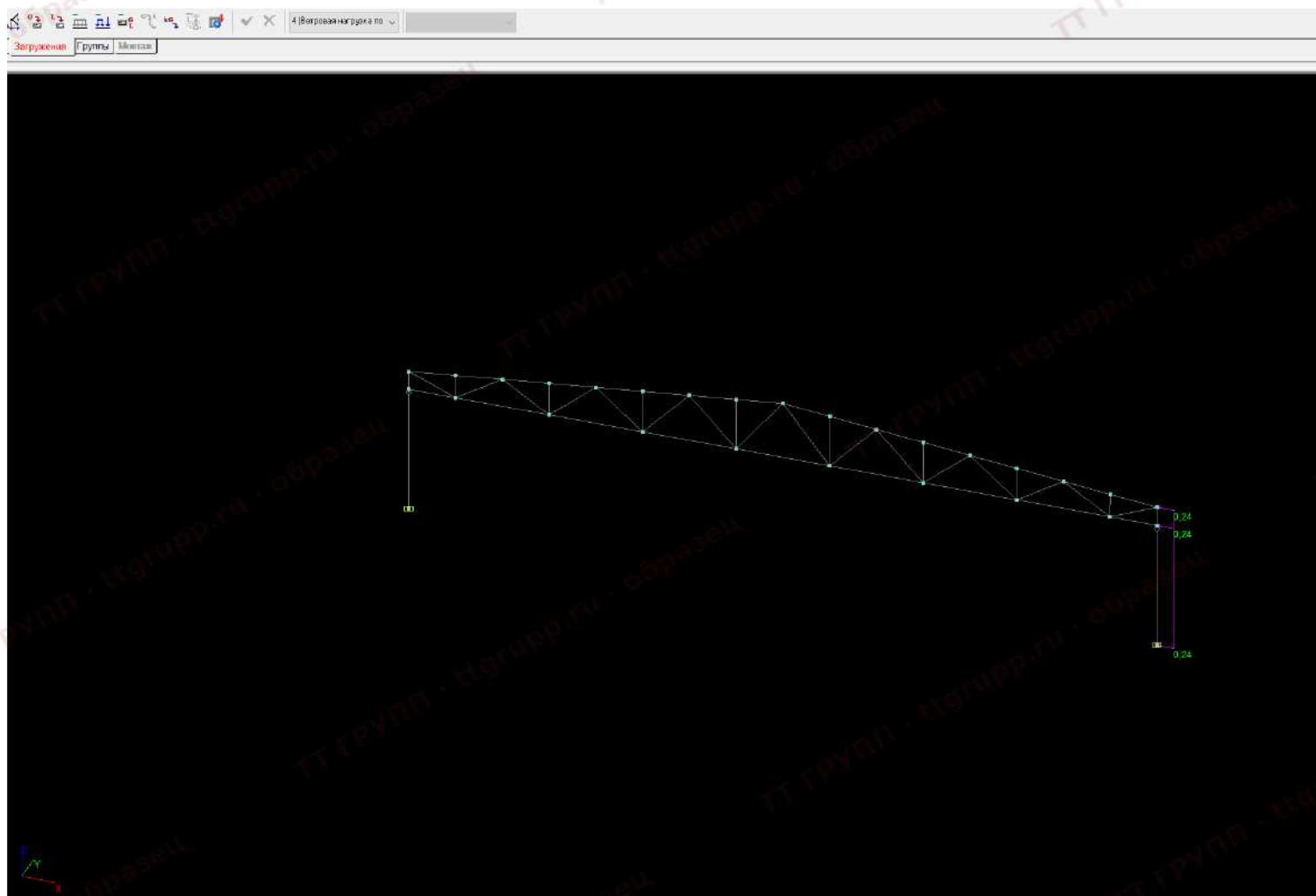


Рисунок 5. Загружение №4 (Ветровая нагрузка по x)

Инва. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №

Изм.	К.уч.	Лист	№ док	Подп.	Дата

Лист
8

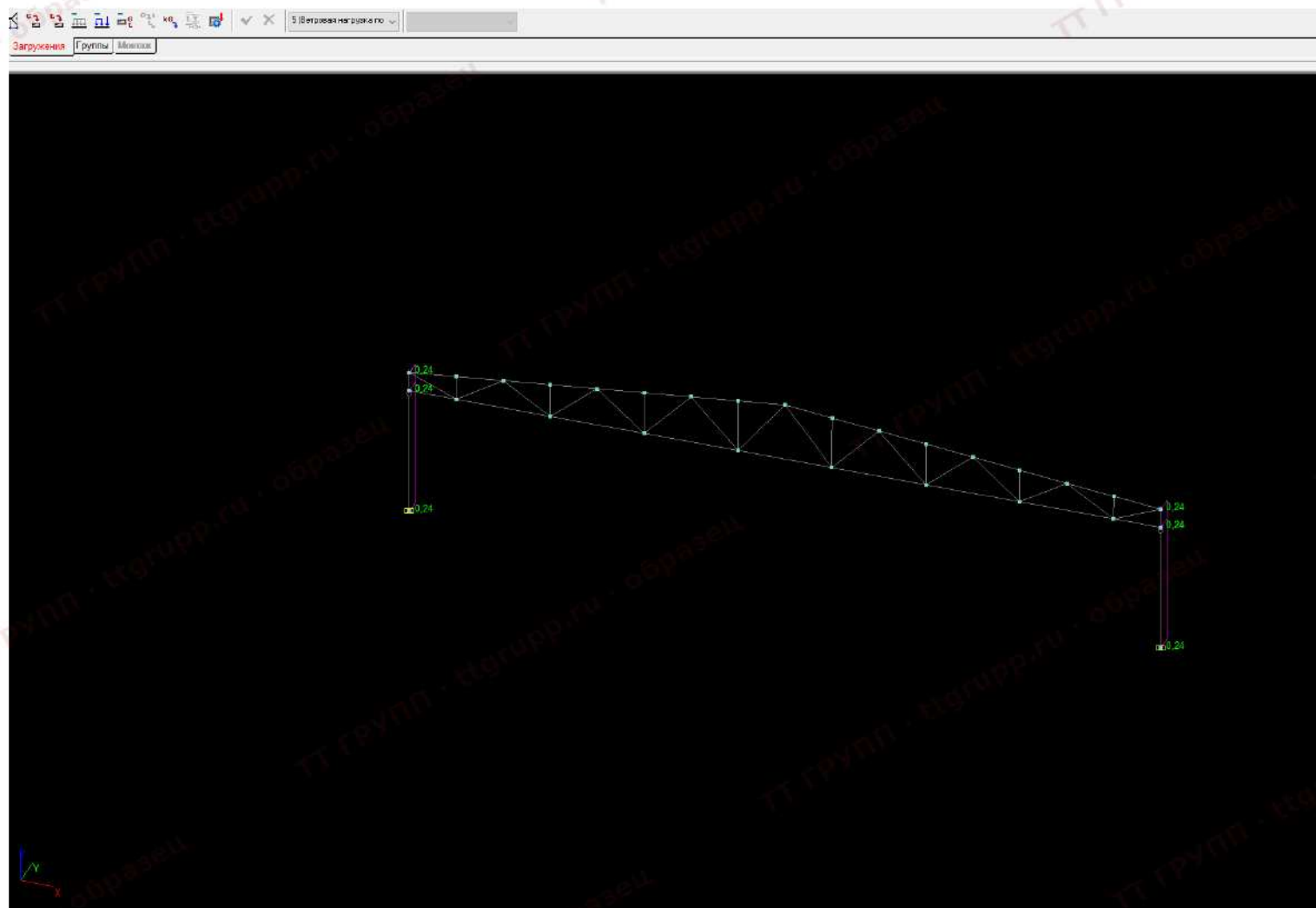


Рисунок 6. Загружение №5 (Ветровая нагрузка по у)

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №						
Изм.	К.уч.	Лист	№ док	Подп.	Дата			
							Лист	9

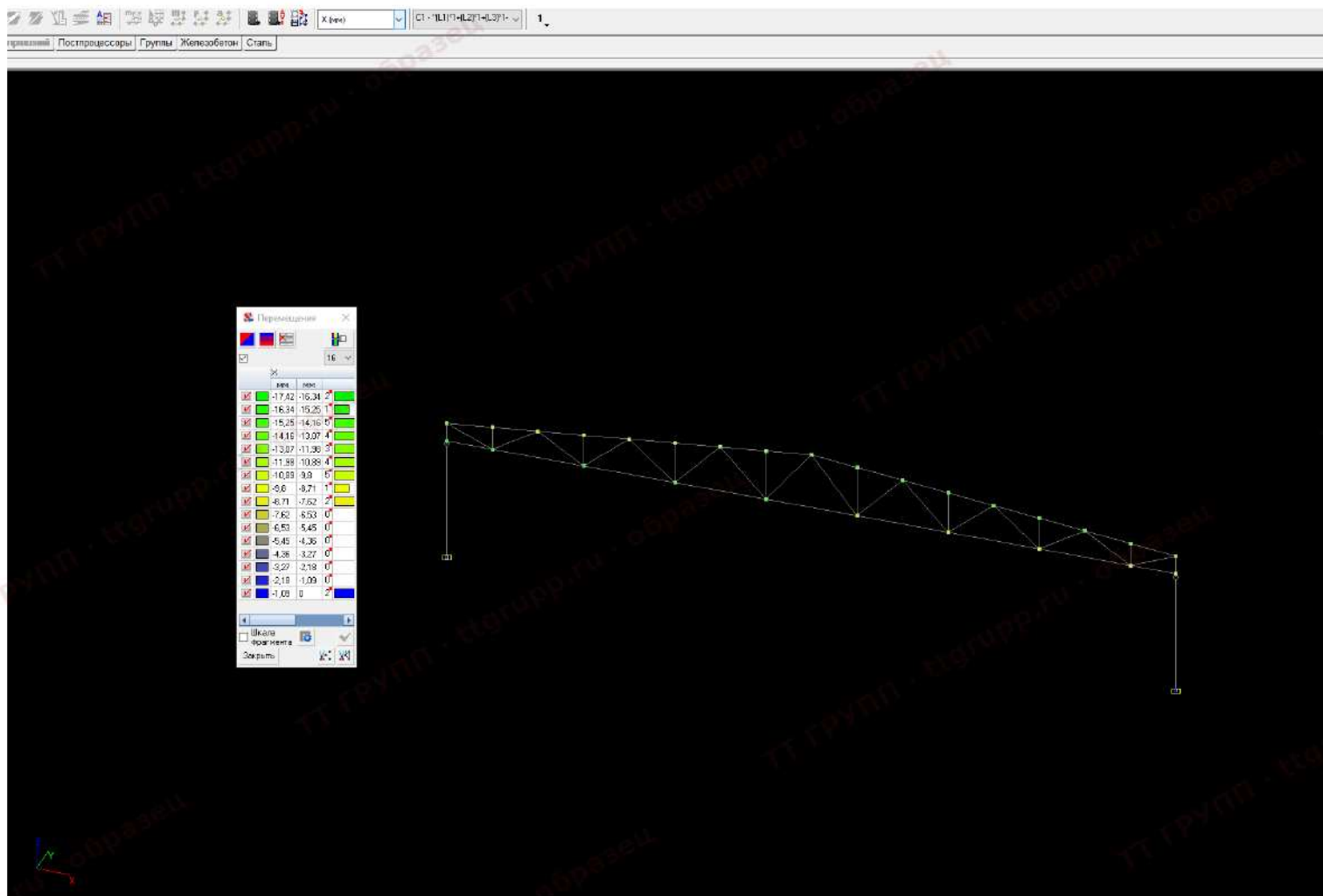


Рисунок 7. Перемещение по оси X (PCН№1, $X_{max}= 17,42\text{мм}$)

Инв. № подл.	Взам. инв. №				
	Подпись и дата				
Изм.	К.уч.	Лист	№ док	Подп.	Дата
					Лист
					10

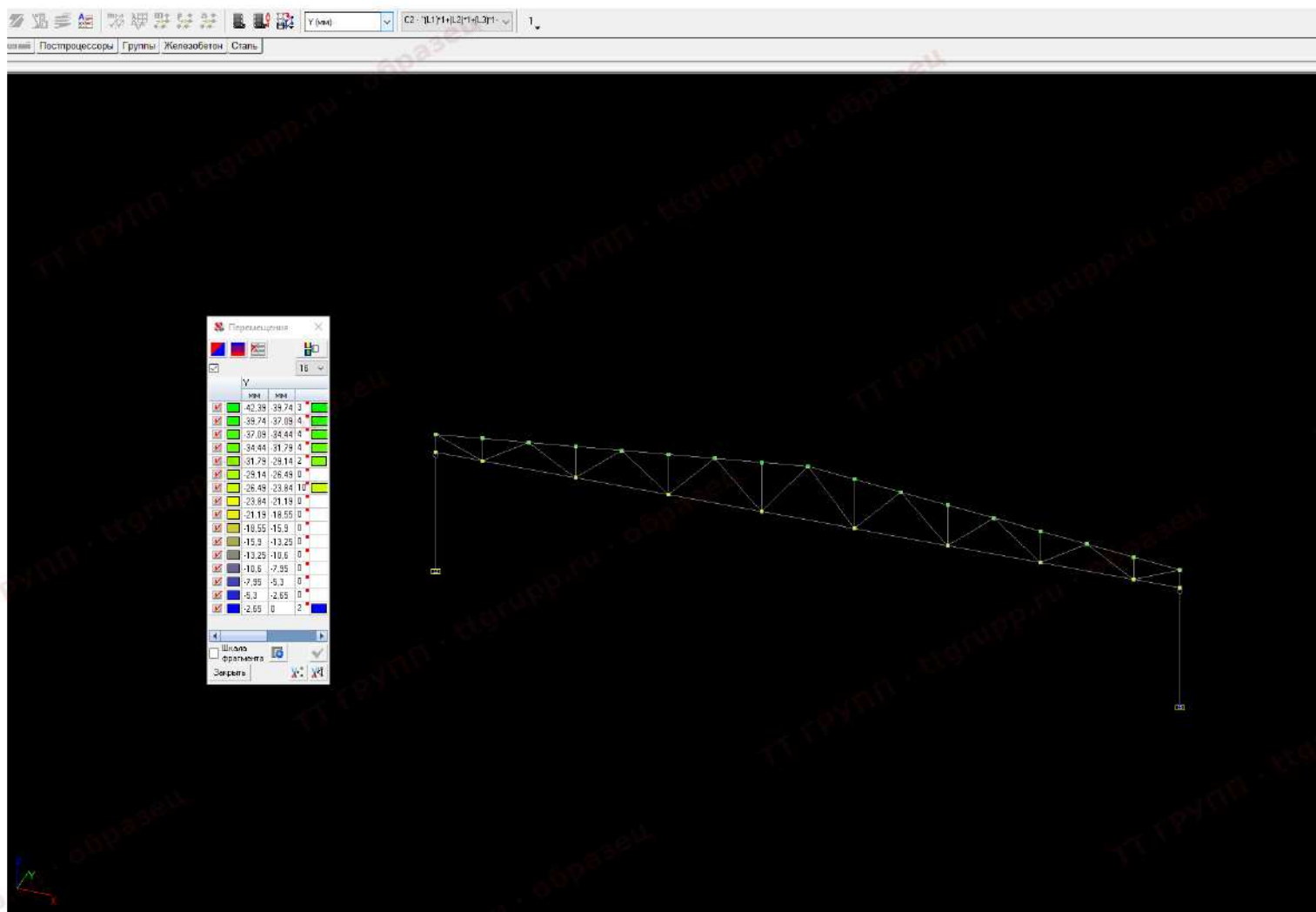


Рисунок 8. Перемещение по оси Y (РСН№2, $Y_{max}=42,39\text{мм}$)

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

Изм.	К.уч.	Лист	№ док	Подп.	Дата

Лист
11

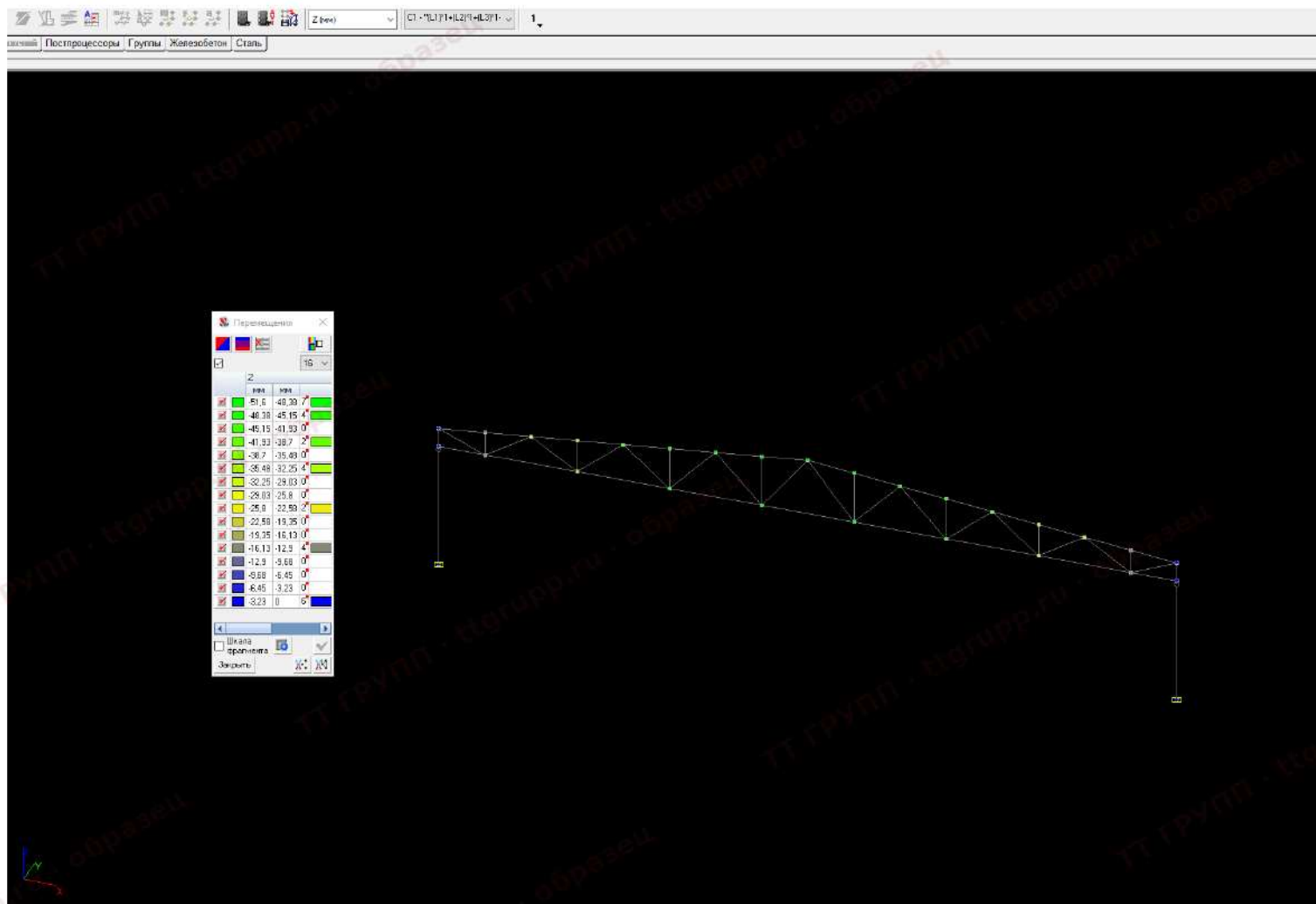


Рисунок 9. Перемещение по оси Z (PCH№1, $Z_{\max} = 51,6\text{мм}$)

Рисунок 16. Усилия M_y (PCH№1, $M_{y\max} = 40,38\text{т}$)

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

Изм.	К.уч.	Лист	№ док	Подп.	Дата

Лист
12

Жесткость стержневых элементов

Общие данные

Профили металлопроката

Способ задания

☐ Параметрические сечения

☒ Профили металлопроката

☐ Численное описание

☐ Численно-параметрическое описание

☐ Произвольные сечения

Размеры сечений в мм

Тип жесткости

	Сечени	Описание	Имя
1		180x6	Колонны
2		120x5	Пояса ферм
3		80x4	Раскосы и стойки

Имя типа жесткости

☐ Использовать описание в качестве имени

☐ Сдвиг

Заменить и выйти

Заменить и продолжить

ОК

Отмена

Справка

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №									Лист
											13
			Изм.	К.уч.	Лист	№ док	Подп.	Дата			

Конструктивный элемент Колонны

Сталь: С235

Длина элемента 4 м

Предельная гибкость для сжатых элементов: 180

Предельная гибкость для растянутых элементов: 300

Коэффициент условий работы 1

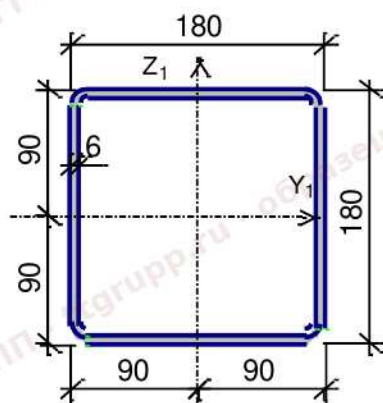
Коэффициент надежности по ответственности 1

Коэффициент расчетной длины в плоскости X_1OZ_1 2

Коэффициент расчетной длины в плоскости X_1OY_1 1

Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба 4 м

Сечение



Профиль: Стальные гнутые замкнутые сварные квадратные профили по ГОСТ 30245-2003 180x6

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования
п.8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента M_y	0,27
п.8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента M_z	0,48
п.8.2.1	Прочность при действии поперечной силы Q_y	0,05
п.8.2.1	Прочность при действии поперечной силы Q_z	0,03
п.9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов с учетом пластики	0,44
п.9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	0,62
п.7.1.3	Устойчивость при сжатии в плоскости XOY (XOU)	0,09
п.7.1.3	Устойчивость при сжатии в плоскости XOZ (XOV)	0,15
пп.9.2.2, 9.2.10	Устойчивость в плоскости действия момента M_y при внецентренном сжатии	0,37
пп.9.2.8, 9.2.10	Устойчивость в плоскости действия момента M_z при внецентренном сжатии	0,1
пп. 9.2.9, 9.2.10	Устойчивость при сжатии с изгибом в двух плоскостях	0,66
пп.9.2.4,9.2.5,9.2.8, 9.2.10	Устойчивость из плоскости действия момента M_y при внецентренном сжатии	0,29
пп.9.2.4,9.2.5,9.2.8, 9.2.10	Устойчивость из плоскости действия момента	0,15

Изм.	К.уч.	Лист	№ док	Подп.	Дата
Изм.	К.уч.	Лист	№ док	Подп.	Дата
Изм.	К.уч.	Лист	№ док	Подп.	Дата

Лист

14

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования
	Mz при внецентренном сжатии	
п.7.1.1	Прочность при центральном сжатии/растяжении	0,08
п. 8.2.1	Прочность по приведенным напряжениям при одновременном действии изгибающего момента и поперечной силы	0,38
п.8.4.1	Устойчивость плоской формы изгиба	0,49
п.10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOY	0,31
п.10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0,63

Коэффициент использования 0,66 - Устойчивость при сжатии с изгибом в двух плоскостях

Конструктивная группа Нижний пояс фермы. Элемент № 49

Сталь: С235

Длина элемента 2,87 м

Предельная гибкость для сжатых элементов: 180

Предельная гибкость для растянутых элементов: 300

Коэффициент условий работы 1

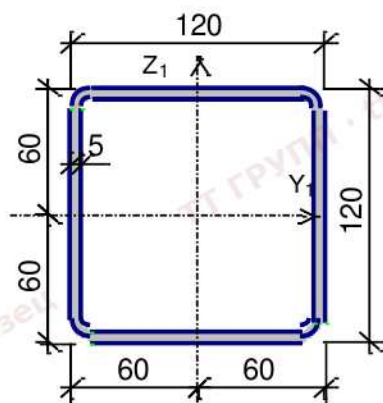
Коэффициент надежности по ответственности 1

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 2,874 м

Сечение



Профиль: Стальные гнутые замкнутые сварные квадратные профили по ГОСТ 30245-2003 120x5

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования
п.8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента M_y	0,05
п.8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента M_z	$1,07 \cdot 10^{-005}$
п.8.2.1	Прочность при действии поперечной силы Q_z	$2,05 \cdot 10^{-003}$

Изм.	К.уч.	Лист	№ док	Подп.	Дата
Изм.	К.уч.	Лист	№ док	Подп.	Дата

Лист

15

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования
п.9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов с учетом пластики	0,37
п. 8.2.1	Прочность по приведенным напряжениям при одновременном действии изгибающего момента и поперечной силы	0,04
п.10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOY	0,21
п.10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0,21

Коэффициент использования 0,37 - Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов с учетом пластики

Конструктивная группа Верхний пояс фермы. Элемент № 16

Сталь: С235

Длина элемента 1,44 м

Предельная гибкость для сжатых элементов: 180

Предельная гибкость для растянутых элементов: 300

Коэффициент условий работы 1

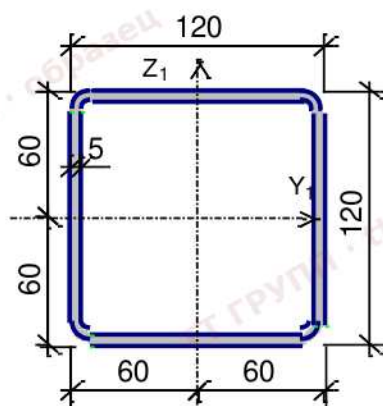
Коэффициент надежности по ответственности 1

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 1,445 м

Сечение



Профиль: Стальные гнутые замкнутые сварные квадратные профили по ГОСТ 30245-2003 120x5

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования
п.8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента M_y	0,05
п.8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента M_z	$6,91 \cdot 10^{-006}$
п.8.2.1	Прочность при действии поперечной силы Q_z	$1,55 \cdot 10^{-003}$
п.9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	0,54

Изм.	К.уч.	Лист	№ док	Подп.	Дата
Изм.	К.уч.	Лист	№ док	Подп.	Дата

Лист

16

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования
п.7.1.3	Устойчивость при сжатии в плоскости XOY (XOU)	0,5
п.7.1.3	Устойчивость при сжатии в плоскости XOZ (XOV)	0,5
пп.9.2.2, 9.2.10	Устойчивость в плоскости действия момента M_y при внецентренном сжатии	0,55
пп. 9.2.9, 9.2.10	Устойчивость при сжатии с изгибом в двух плоскостях	0,55
пп.9.2.4,9.2.5,9.2.8, 9.2.10	Устойчивость из плоскости действия момента M_y при внецентренном сжатии	0,55
п. 8.2.1	Прочность по приведенным напряжениям при одновременном действии изгибающего момента и поперечной силы	0,04
п.10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOY	0,17
п.10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0,17

Коэффициент использования 0,55 - Устойчивость из плоскости действия момента M_y при внецентренном сжатии

Конструктивная группа Стойки и раскосы фермы. Элемент № 45

Сталь: С235

Длина элемента 1,7 м

Предельная гибкость для сжатых элементов: 180

Предельная гибкость для растянутых элементов: 300

Коэффициент условий работы 1

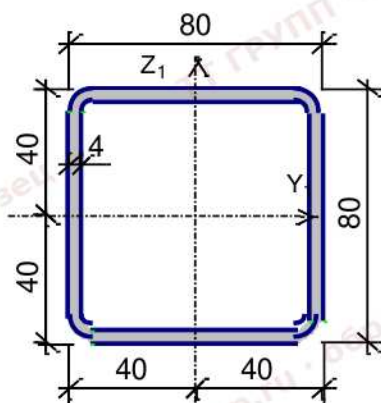
Коэффициент надежности по ответственности 1

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 1,696 м

Сечение



Профиль: Стальные гнутые замкнутые сварные квадратные профили по ГОСТ 30245-2003 80x4

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования
п.8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента M_y	0,05

Изм.	К.уч.	Лист	№ док	Подп.	Дата

Лист

17

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования
п.8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента M_z	$2,2 \cdot 10^{-004}$
п.8.2.1	Прочность при действии поперечной силы Q_y	$1,29 \cdot 10^{-005}$
п.8.2.1	Прочность при действии поперечной силы Q_z	$3,06 \cdot 10^{-003}$
п.9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	0,34
п.7.1.3	Устойчивость при сжатии в плоскости XOY (XOU)	0,33
п.7.1.3	Устойчивость при сжатии в плоскости XOZ (XOV)	0,33
пп.9.2.2, 9.2.10	Устойчивость в плоскости действия момента M_y при внецентренном сжатии	0,39
пп. 9.2.9, 9.2.10	Устойчивость при сжатии с изгибом в двух плоскостях	0,39
пп.9.2.4,9.2.5,9.2.8, 9.2.10	Устойчивость из плоскости действия момента M_y при внецентренном сжатии	0,38
п. 8.2.1	Прочность по приведенным напряжениям при одновременном действии изгибающего момента и поперечной силы	0,04
п.10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOY	0,31
п.10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0,31

Коэффициент использования 0,39 - Устойчивость при сжатии с изгибом в двух плоскостях

Изм. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №

Изм.	К.уч.	Лист	№ док	Подп.	Дата

$$4000/150=26,66\text{MM}$$

Согласно п. Д 2.1 СП 20.13330.2016 предельные вертикальные прогибы элементов конструкций не должны превышать: $h_s/250$

$$23000\text{MM}/250=92\text{MM}$$

$51,6\text{мм} \leq 92\text{мм}$ – условие выполнено.

Согласно диаграммам факторов по 1 группе предельных состояний сечение металлических элементов достаточны.

Формат А4

ПРОТОКОЛ ВЫПОЛНЕНИЯ РАСЧЕТА

14:17:53 Автоматическое определение числа потоков. Используется : 18
 14:17:53 Вычисляются расчетные значения перемещений и усилий
 14:17:53 Ввод исходных данных схемы
 14:17:53 Подготовка данных многофронтального метода
 14:17:53 Упорядочение матрицы методом фактор-деревьев
 14:17:53 Использование оперативной памяти: 10 процентов
 14:17:53 Высокопроизводительный режим факторизации
 14:17:53 Информация о расчетной схеме:

- шифр схемы NONAME
 - порядок системы уравнений 162
 - ширина ленты 24
 - количество элементов 93
 - количество узлов 35
 - количество загрузок 5
 - плотность матрицы 100%

14:17:53 Необходимая для выполнения расчета дисковая память:

матрица жесткости - 0.021 Mb
 динамика - 0.000 Mb
 перемещения - 0.009 Mb
 усилия - 0.067 Mb
 рабочие файлы - 0.013 Mb

 всего - 0.110 Mb

14:17:53 На диске свободно 81644.460 Mb

14:17:53 Подготовка данных многофронтального метода

14:17:53 Разложение матрицы жесткости многофронтальным методом.

14:17:53 Накопление нагрузок.

Суммарные внешние нагрузки (Н, НМ)

	X	Y	Z	UX	UY	UZ
1-	0.448629	0	13668.6	0	0	0
2-	0	0	116739	0	0	0
3-	0	0	15009.3	0	0	0
4-	4944.24	0	0	0	0	0
5-	0	12242.9	0	6278.4	0	0

14:17:53 ВНИМАНИЕ: Дана сумма внешних нагрузок
 без учета приложенных непосредственно на связи

14:17:53 Вычисление перемещений.

14:17:53 Работа внешних сил (НМ)

14:17:53 1 - 20.4589

14:17:53 2 - 1601.4

14:17:53 3 - 26.4722

14:17:53 4 - 31.2141

14:17:53 5 - 134.234

14:17:53 Контроль решения

Изм. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	3- 0 12242.0 0 0278.4 0 0					
			14:17:53 ВНИМАНИЕ: Дана сумма внешних нагрузок без учета приложенных непосредственно на связи					
			14:17:53 Вычисление перемещений.					
			14:17:53 Работа внешних сил (НМ)					
			14:17:53 1 - 20.4589					
			14:17:53 2 - 1601.4					
			14:17:53 3 - 26.4722					
			14:17:53 4 - 31.2141					
			14:17:53 5 - 134.234					
			14:17:53 Контроль решения					

14:17:53 Сортировка перемещений

14:17:53 Вычисление усилий

14:17:53 Сортировка усилий и напряжений

14:17:53 Вычисление сочетаний нагружений.

14:17:53 Вычисление усилий при комбинации загружений

14:17:54 Сортировка усилий и напряжений для комбинаций загружений

14:17:54 Вычисление перемещений по комбинациям загружений

14:17:54 Выбор расчетных сочетаний усилий по СП 20.13330.2011

14:17:54 В расчетных сочетаниях не учитываются комбинации загружений: 1 2

14:17:54 Выбор расчетных сочетаний перемещений СП 20.13330.2011

14:17:54 В расчетных сочетаниях не учитываются комбинации загружений: 1 2

14:17:54 Анализ устойчивости

14:17:54 Учитываются тангенциальные смещения в геометрической матрице жесткости

14:17:54 Подготовка данных многофронтального метода

14:17:54 Использование оперативной памяти: 10 процентов

14:17:54 Высокопроизводительный режим факторизации

14:17:54 Анализ устойчивости системы для загрузки 1.

14:17:54 Наименьший коэффициент запаса местной потери устойчивости обнаружен на конечном элементе номер 45 и равен 447.839463 при нулевых перемещениях и углах поворота всех узлов расчетной схемы.

14:17:55 Коэффициент запаса устойчивости системы (форма 1) больше верхней границы поиска.
Его значение не определено.

14:17:55 Анализ устойчивости системы для загрузки 2.

14:17:55 Наименьший коэффициент запаса местной потери устойчивости обнаружен на конечном элементе номер 45 и равен 48.620689 при нулевых перемещениях и углах поворота всех узлов расчетной схемы.

14:17:56 Коэффициент запаса устойчивости системы 1.003906 (форма 1).

14:17:56 Анализ устойчивости системы для загрузки 3.

14:17:56 Наименьший коэффициент запаса местной потери устойчивости обнаружен на конечном элементе номер 45 и равен 378.160916 при нулевых перемещениях и углах поворота всех узлов расчетной схемы.

14:17:57 Коэффициент запаса устойчивости системы (форма 1) больше верхней границы поиска.
Его значение не определено.

14:17:57 Анализ устойчивости системы для загрузки 4.

14:17:57 Наименьший коэффициент запаса местной потери устойчивости обнаружен на конечном элементе номер 48 и равен 2016.406668 при нулевых перемещениях и углах поворота всех узлов расчетной схемы.

14:17:58 Коэффициент запаса устойчивости системы (форма 1) больше верхней границы поиска.
Его значение не определено.

14:17:58 Анализ устойчивости системы для загрузки 5.

14:17:58 Система абсолютно устойчива.

Изм. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №

Изм.	К.уч.	Лист	№ док	Подп.	Дата

