

Приложение 1.
Расчеты строительных конструкций

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

1.1.1 Оглавление

Пояснительная записка	1-18
1. Расчет основных несущих конструкций норийной вышки.....	1-10
1.1 Краткая характеристика и назначение объекта.....	2
1.2 Нагрузки и воздействия.....	3
1.3 Сбор нагрузок на каркас.....	3-4
1.5 Результаты расчета основания.....	4-6
1.6 Результаты расчета фундамента.....	8-10
1.7 Выводы расчета по элементам и анализ.....	10
1.2.1 Сопротивление сечений конструктивная группа Ст1.....	12-13
1.2.2 Сопротивление сечений конструктивная группа Б1.....	13-15
1.2.3 Сопротивление сечений конструктивная группа С1.....	15-16
1.2.4 Сопротивление сечений конструктивная группа Пс1.....	16-18

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

Пояснительная записка

Расчёт строительных конструкций каркаса, фундамента и основания производился в сертифицированном программном комплексе ПК Лира САПР 2013.

Цель работы – выполнить расчет каркаса, фундаментов на прочность, устойчивость и основания по деформациям в соответствии с нормами РФ.

В процессе работы было выполнено: анализ имеющейся документации, действующих нагрузок и конструктивной схемы; проведен анализ действующих нагрузок и воздействий, получены значения усилий, возникающих в процессе эксплуатации.

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Комплекс работ по расчетам строительных конструкций сооружения, включил в себя:

- > анализ проектной технической документации, предоставленной заказчиком;
- > анализ конструктивной схемы и нагрузок, действующих на элементы;
- > выполнение расчетов пространственной схемы;
- > составление технического отчета.

В соответствии со статьей 4 п.9 Федерального закона №384-ФЗ сооружение имеет **нормальный** уровень ответственности, т.к. не является особо опасным. На основании статьи 16 *****п.7 данного регламента, расчеты, обосновывающие безопасность принятых конструктивных решений сооружения должны быть проведены с учетом уровня ответственности. С этой целью расчетные значения усилий в элементах строительных конструкций и основании сооружения определены с учетом коэффициента надежности по ответственности равного 1,0 для данного уровня ответственности.

1. Расчет несущих элементов сооружения.

1.1 Сбор нагрузок.

Нагрузка на переходную площадку

Таблица 1. Нагрузка на переходную площадку

	Нормативное значение кг/м ²	γ_f	Расчетное значение кг/м ²
Постоянные нагрузки на площадку			
Лист ПБ506	16,4	1,05	17,22
Швеллер 14П	13,61	1,05	14,29

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Итого постоянных:			31,51
Временные нагрузки			
Снеговая нагрузка	150	1,4	210
Ветровая нагрузка	38	1	38
Гололедная нагрузка	$900 \cdot 0,01 \cdot 0,6 \cdot 1,1 \cdot 9,8$ $= 5,94$	1,3	7,72
Нагрузка от веса обслуживающего персонала	200	1,2	240
Итого временных:			230
Всего:			725,72

Схемы результатов расчета основания

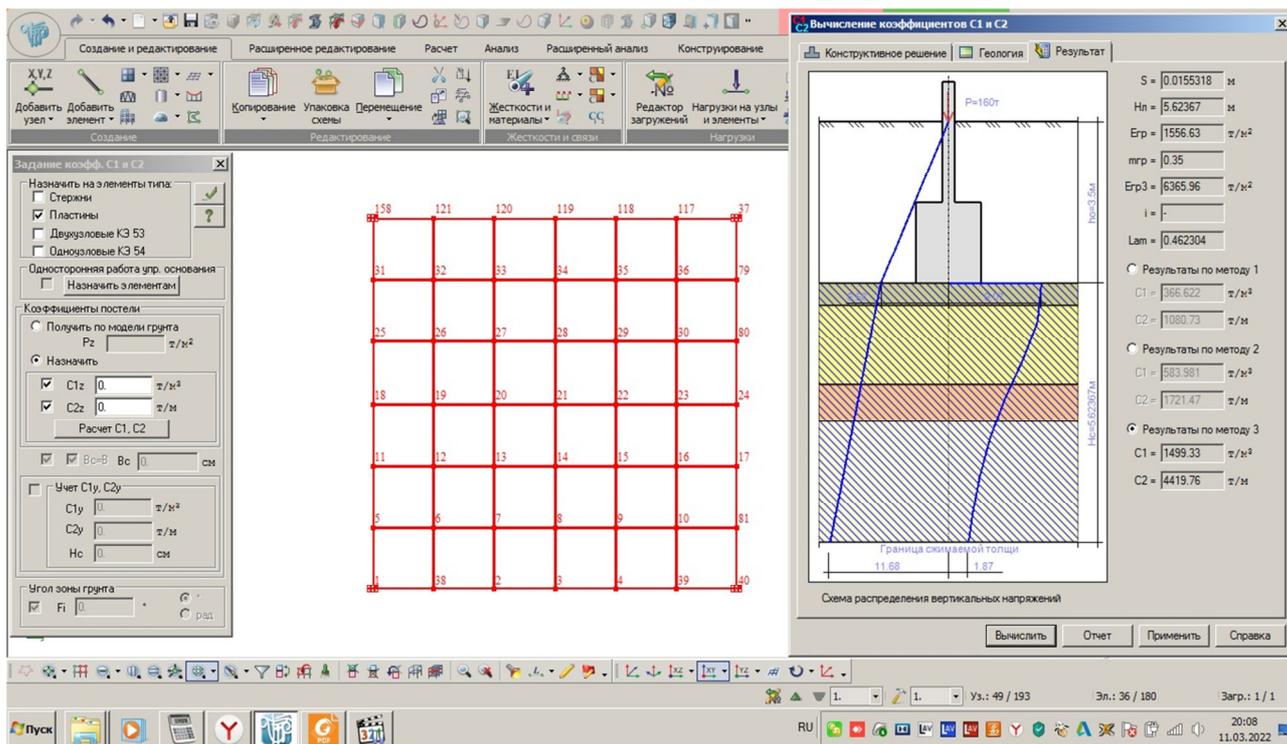


Рис.1 Осадка

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

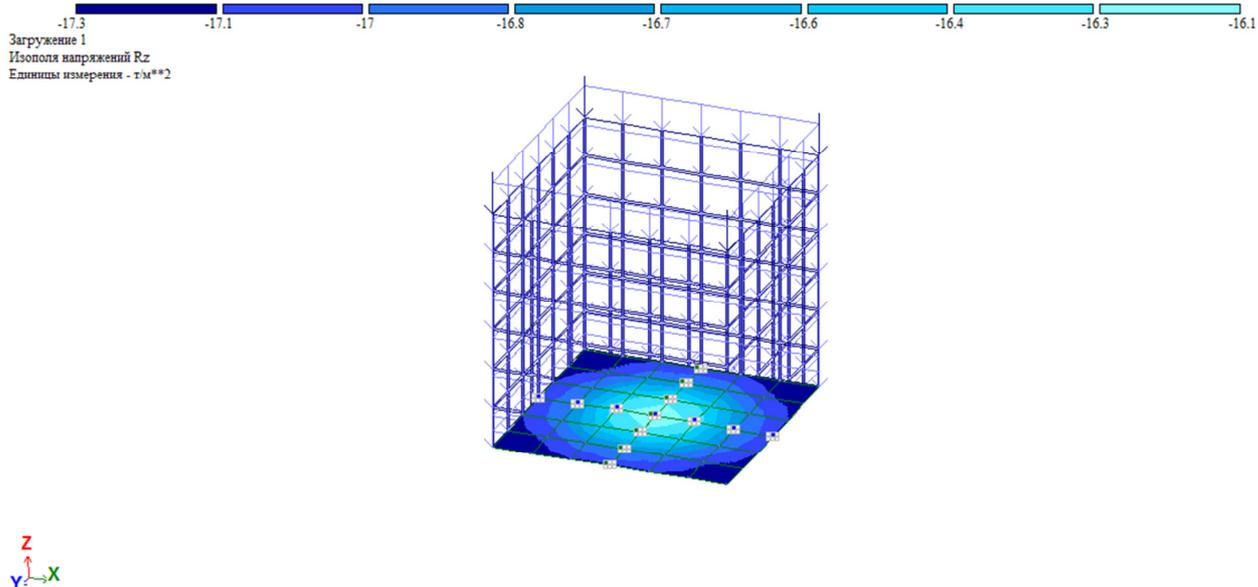


Рис.2 схема изополей напряжения Rz плиты фундамента опертой на теоретическое основание

Список грунтов

Наименование	Удельный вес, Т/м ³	Модуль деформации, Т/м ²	Модуль упругости, Т/м ²	Коэффициент Пуассона	Коэффициент переуплотнения	Давление переуплотнения, Т/м ²
1. суглинок	1,85			0,35	1	2,5
2. суглинок	1,87	1590		0,35	1	2,5
3. песок	1,92	1830		0,35	1	2,5
4. песок	1,88	1800		0,35	1	0
5. суглинок	2,88	1830		0,35	1	2,5

Список скважин

Наименование	Координаты, м		Описание скважин		
			Грунт	Отметка верхней границы, м	Скачок эффект. Напряж, Т/м ²
1) 1					
	2		1. суглинок	0	0
	2		2. суглинок	1	0
	2		3. суглинок	-2,2	0
	2		4. песок	-2,9	0
	2		5. суглинок	-12	0

Результаты расчета

Минимальное значение коэффициента постели 4419,76 Т/м

Максимальное значение коэффициента постели 1499,33 Т/м³

Среднее значение коэффициента постели 2959,54 Т/м²

Среднеквадратичное отклонение коэффициента постели 0,009

Взам. ц.№. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Нижняя отметка сжимаемой толщи в данной точке – 9,12 м
 Толщина слоя сжимаемой толщи в данной точке 5,62 м
 Максимальная осадка 15,5 мм
 Крен фундаментной плиты 0,006 град
 Суммарная нагрузка на прямоук 160 тн
 Объем извлеченного грунта 58,32 м³

1.2 Вывод

В соответствии с приведенным расчетом, осадка составила 15,5мм, что подтверждает данные ИГИ об упругом и слабдеформируемом основании. Расчетное сопротивление подошвы фундамента составило 173 кПа. Соответствует требованиям нормативных документов по первой и второй группе предельных состояний, и не превышает предельно допустимого значения по виду конструкций 10см согласно п.7 таб. Г.1 СП 22.13330.2016.

2. Результаты расчета основных несущих конструкций сооружения

Краткая характеристика и назначение сооружения

Сооружение представляет собой прямоугольный металлический каркас до отметки 9000мм и квадратный от отметки 9000мм до отметки 31300мм, размерами в осях 6,4 х 3,6 м. и 3,6 х 3,6 м. высотой от уровня земли до верхней точки площадки 31,3 м. Сооружение служит для контроля отгруженного зерна.

Сооружение выполнено из металлического каркаса с покрытием площадок из просечного листа.

Общая устойчивость каркаса в плоскости сооружения обеспечена жестким прикреплением ветвей стоек к фундаменту по цифровым осям. Общая устойчивость из плоскости сооружения обеспечена системой связей по элементам каркаса.

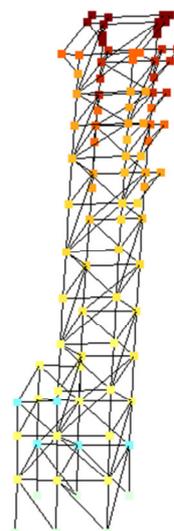
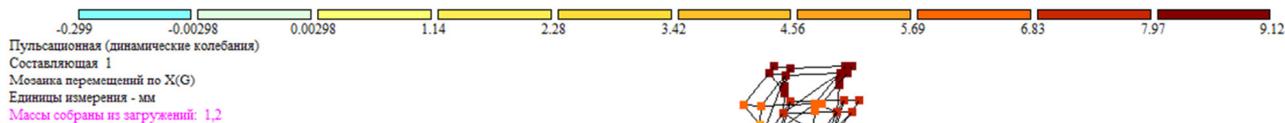


Рис. 3 Схема Норийной вышки

Взам. ц.№. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Список грунтов

Наименование	Удельный вес, T/m^3	Модуль деформации, T/m^2	Модуль упругости, T/m^2	Коэффициент Пуассона	Коэффициент переуплотнения	Давление переуплотнения, T/m^2
1. суглинок	1,85	1200	10000	0,3	1	2,5
2. суглинок	1,97	1600	13333,333	0,3	1	2,5
3. суглинок	1,97	1900	15833,333	0,3	1	2,5
4. песок	1,95	3300	27500	0,3	1	0
5. суглинок	2,02	2500	20833,333	0,3	1	2,5

Список скважин

Наименование	Координаты, м		Описание скважин		
			Грунт	Отметка верхней границы, м	Скачок эффект. Напряж, T/m^2
1) 1	6,455	7,698			
			1. суглинок	-0,4	0
			2. суглинок	-4,6	0
			3. суглинок	-5,1	0
			4. песок	-5,8	0
			5. суглинок	-6,4	0

Результаты расчета

Минимальное значение коэффициента постели 163,865 T/m^3

Максимальное значение коэффициента постели 535,935 T/m^3

Среднее значение коэффициента постели 223,303 T/m^3

Среднеквадратичное отклонение коэффициента постели 0,009

Отметка сжимаемой толщи определялась в точке с координатами (12,289;6,882) м

Нижняя отметка сжимаемой толщи в данной точке -19,457 м

Толщина слоя сжимаемой толщи в данной точке 18,907 м

Максимальная осадка 18,941 см

Средняя осадка 13,426 см

Крен фундаментной плиты 0,013 град

Суммарная нагрузка 7702,799 Т

Объем извлеченного грунта 39,645 m^3

Взам. ц.№

Подп. и дата

Инв. № подл.

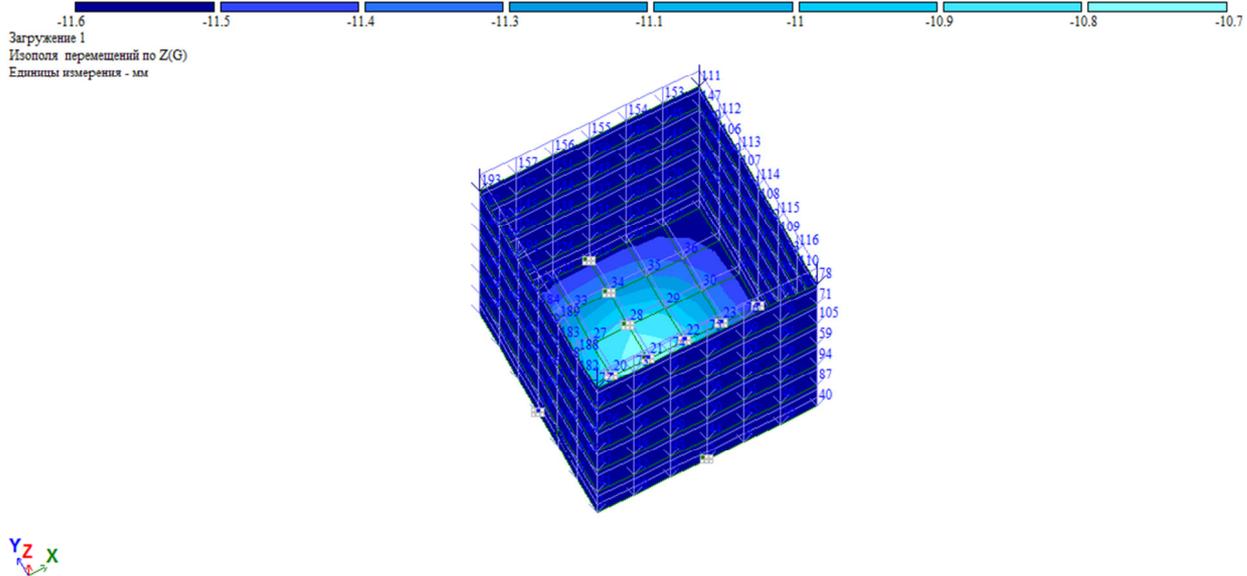


Рис. 4 Изополюс перемещений по Z(G)

Результаты расчета фундамента

Армирование плиты фундамента толщиной 300 мм, бетон кл.В25, арматура А500.

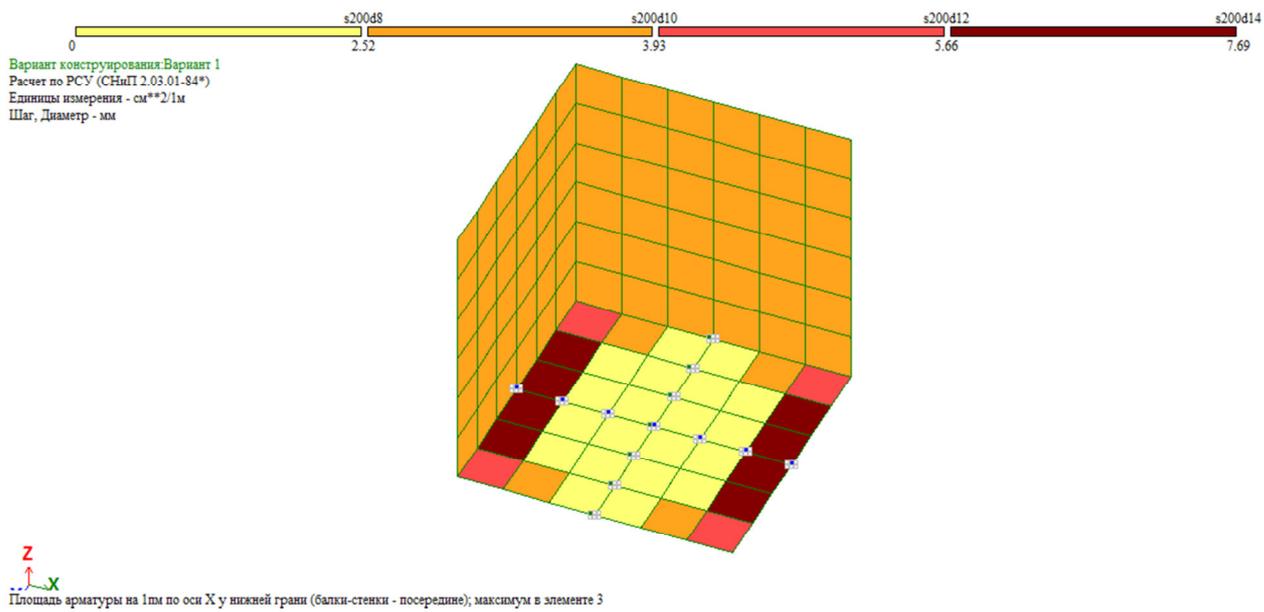


Рисунок 5 Нижняя арматура вдоль X

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

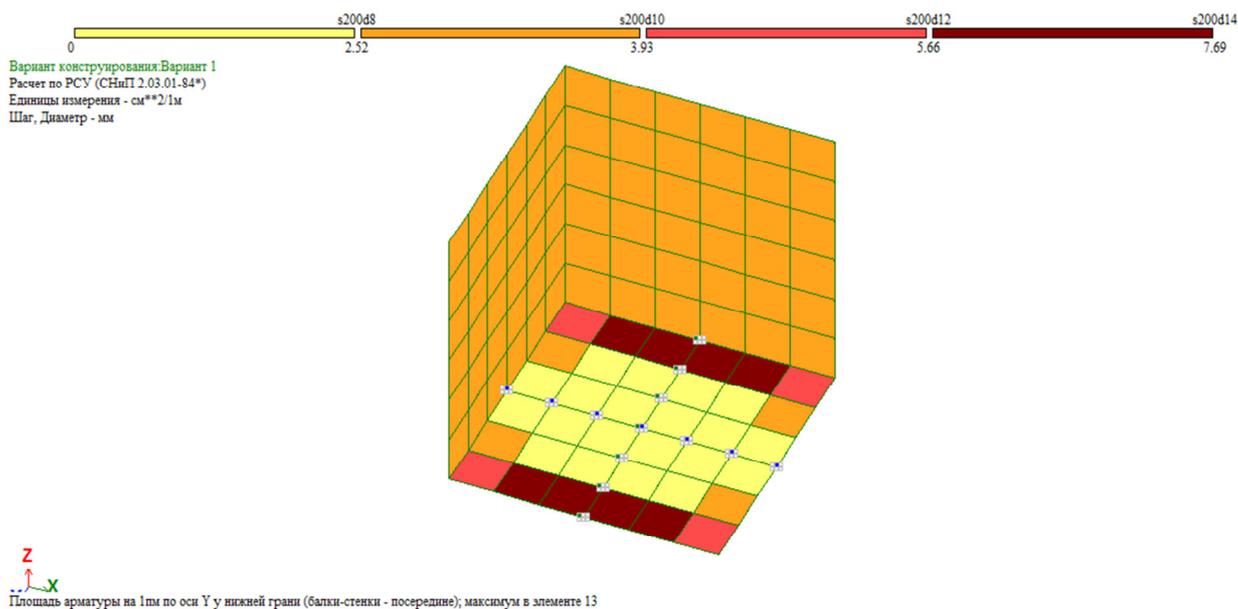


Рисунок 6 Нижняя арматура вдоль Y

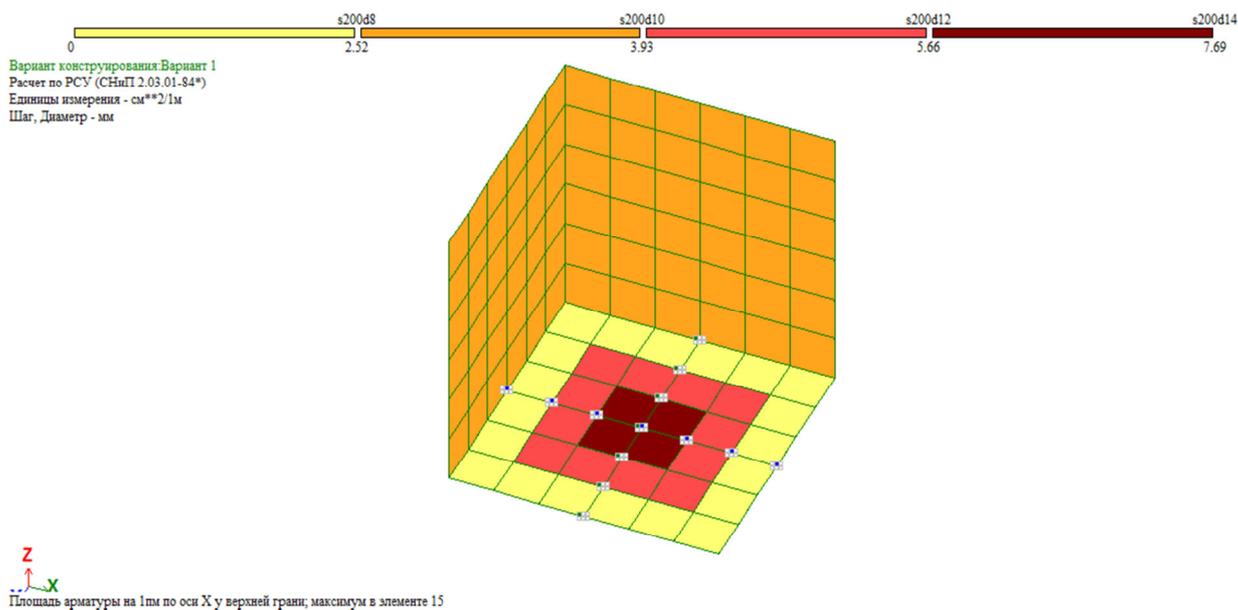


Рисунок 7. Верхняя арматура вдоль X

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

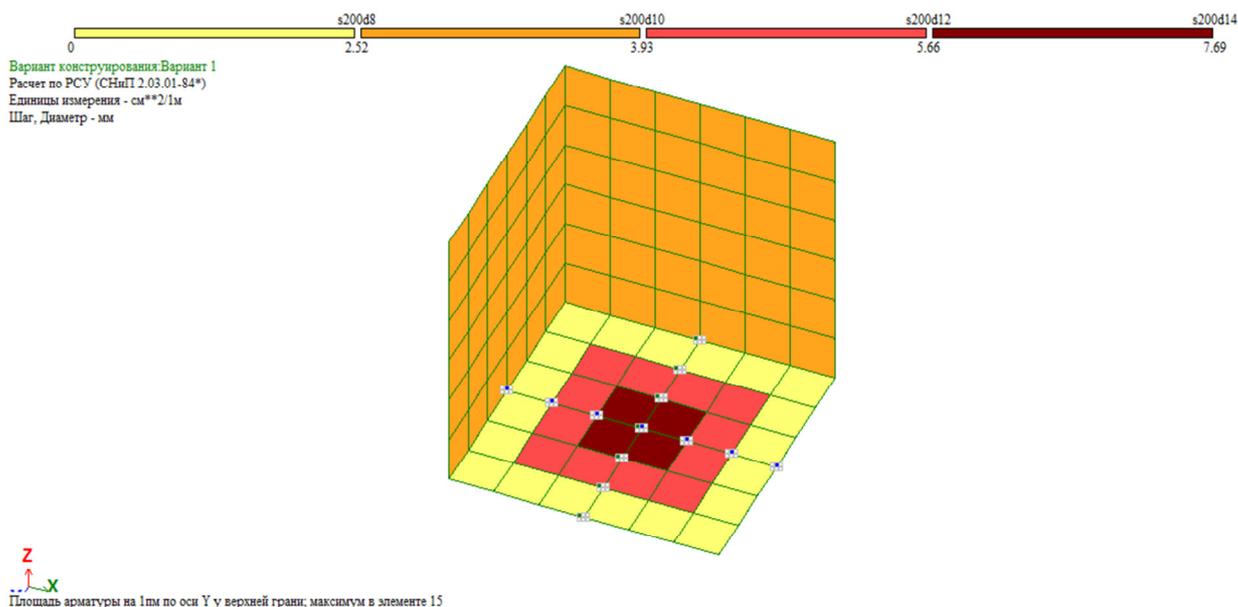


Рисунок 8. Верхняя арматура вдоль Y

Выводы расчета по элементам и анализ

Деформации и эпюры усилий

В настоящем отчете результаты расчета представлены выборочно на самые нагруженные элементы. Вся полученная в результате расчета информация хранится в электронном виде.

Конструкция рассчитана на 5 загрузений.

Вычисление значения линейных перемещений и поворотов узлов от загрузений представлены в результате расчета перемещения узлов.

В расчете принимали 4 конструктивные группы:

1. Конструктивная группа Ст1, выполненные из гнутого квадратного профиля 120x5 по ГОСТ 30245-2012;
2. Конструктивная группа Б1, выполненные из швеллера 14П по ГОСТ 8240-97;
3. Конструктивная группа С1 раскосные связи, выполненные гнутого квадратного профиля 120x5 по ГОСТ 30245-2012;
4. Конструктивная группа Пс1 опорная подкосная деталь, выполненные из гнутого квадратного профиля 120x5 по ГОСТ 30245-2012.

Инв. № подл.

Подп. и дата

Взам. инв. №

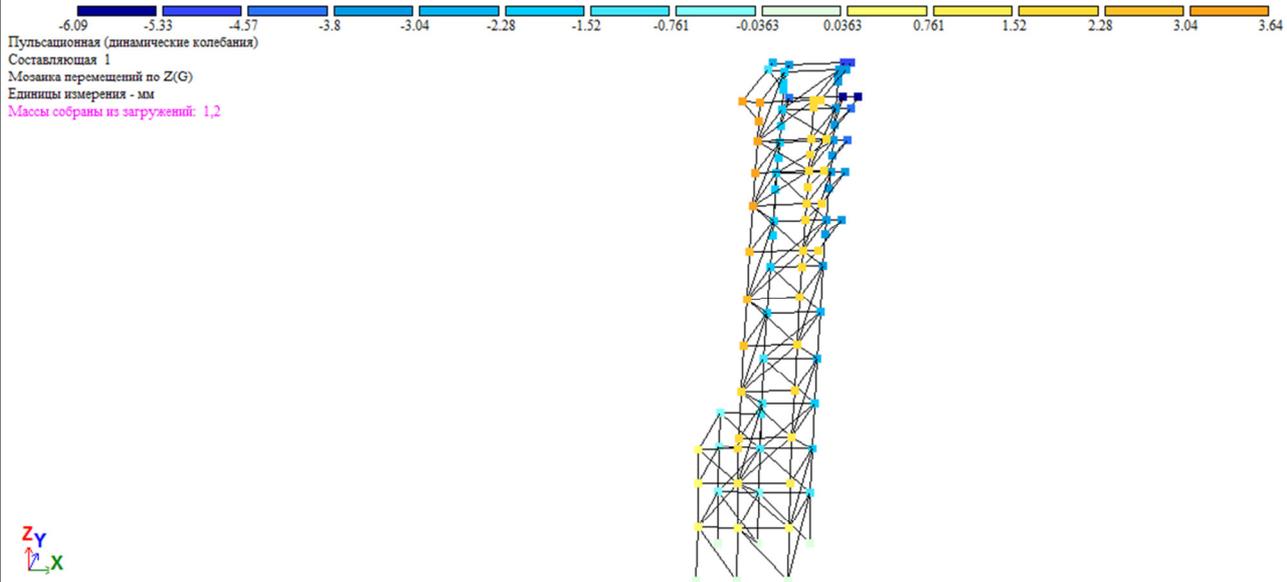
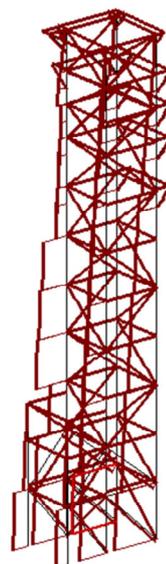


Рис 9. Перемещения по оси Z

Рис 10. Эюра N

Собственный вес
Эюра N
Единицы измерения - т

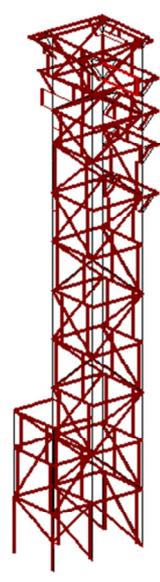
З
Y
X
Минимальное усилие -2.14134
Максимальное усилие 0.243208



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

Рис 11. Эюра Q z

Собственный вес
Эюра Qy
Единицы измерения - т



Минимальное усилие -0.0170462
Максимальное усилие 0.0405038

1.2.1 Сопrotивление сечений конструктивна группа Ст1

Расчет выполнен по СП 16.13330.2011

Общие характеристики

Сталь: С245

Кoэффициент надежности по ответственности 0,9

Кoэффициент условий работы 1

Предельная гибкость для сжатых элементов: 180 - 60

Предельная гибкость для растянутых элементов: 300

Сечение

Инв. № подл.

Подп. и дата

Взам. инв. №

1. Профиль: Ст1, выполненные из гнутого квадратного профиля 120x5 по ГОСТ 30245-2012;



Расчетная длина в плоскости XOZ 31,3м

Результаты расчета по комбинациям нагрузок

$$N = -1,678 \text{ Т}$$

$$M_y = 4,547 \cdot 10^{-4} \text{ Т*м}$$

$$Q_z = 0 \text{ Т}$$

$$M_z = 0,483 \text{ Т*м}$$

$$Q_y = 0,156 \text{ Т}$$

Проверено по СНиП	Проверка	Коэффициент использования
п.8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента M_y	$1,199 \cdot 10^{-005}$
п.8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента M_z	0,038
п.8.2.1	Прочность при действии поперечной силы Q_y	0,002
п.9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	0,043
п.7.1.3	Устойчивость при сжатии в плоскости XOY (XOU)	0,007
п.7.1.3	Устойчивость при сжатии в плоскости XOZ (XOV)	0,008
пп. 9.2.9, 9.2.10	Устойчивость при сжатии с изгибом в двух плоскостях	0,034
п.10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOY	0,513
п.10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0,592

Коэффициент использования 0,592 – Предельная гибкость в плоскости XOZ

Несущей способности ветви стойки, выполненные из гнутого квадратного профиля 120x5 по ГОСТ 30245-2012 достаточно для восприятия заданных нагрузок запас 9%.

1.2.2 Сопротивление сечений конструктивная группа Б1

Расчет выполнен по СП 16.13330.2011

Общие характеристики

Сталь: С245

Коэффициент надежности по ответственности 1

Коэффициент условий работы 1

Предельная гибкость для сжатых элементов: 180

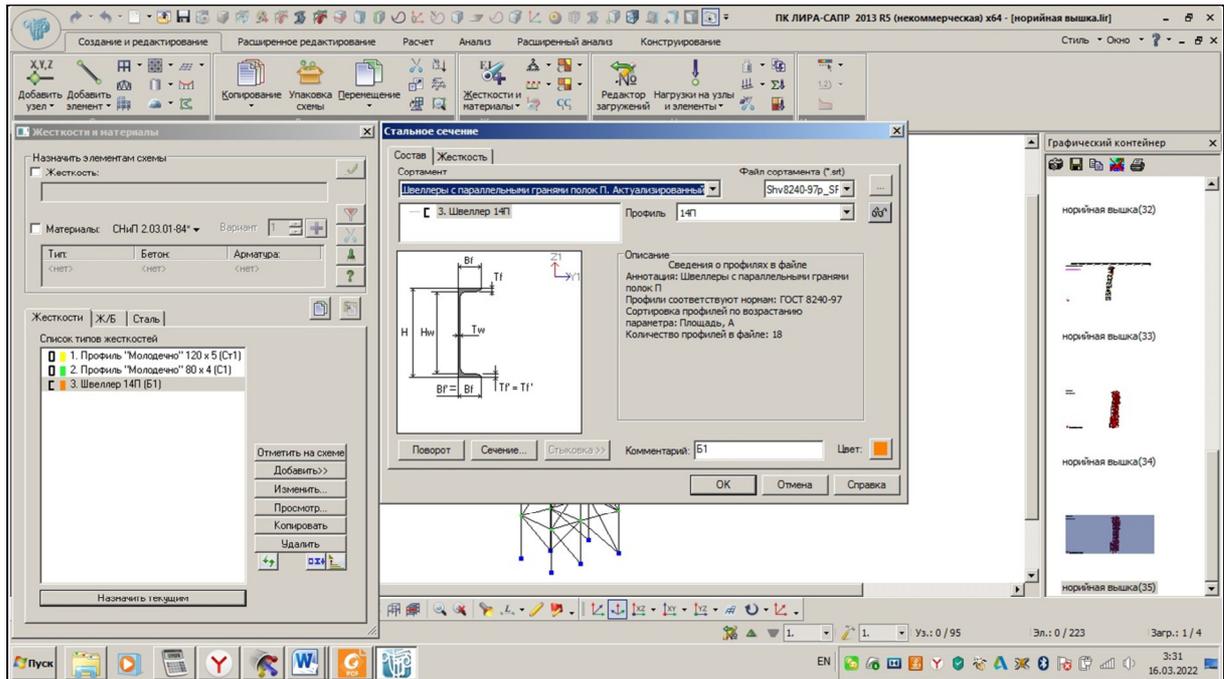
Предельная гибкость для растянутых элементов: 300

Сечение

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.



Профиль: выполненные из швеллера 14П по ГОСТ 8240-97;



Расчетная длина в плоскости XOY 3,6

Результаты расчета по комбинациям нагрузений

$$N = -0,139 T$$

$$M_y = 1,1 T \cdot m$$

$$Q_z = 0,293 T$$

$$M_z = 2,835 \cdot 10^{-4} T \cdot m$$

$$Q_y = 0,001 T$$

Проверено по СНиП	Проверка	Коэффициент использования
п.8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента M_y	0,092
п.8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента M_z	$1,769 \cdot 10^{-004}$
п.8.2.1	Прочность при действии поперечной силы Q_y	$3,574 \cdot 10^{-005}$
п.8.2.1	Прочность при действии поперечной силы Q_z	0,012
п.9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов с учетом пластики	0,085
п.7.1.3	Устойчивость при сжатии в плоскости XOY (XOU)	0,005
п.7.1.3	Устойчивость при сжатии в плоскости XOZ (XOV)	0,001
пп.9.2.8, 9.2.10	Устойчивость в плоскости действия момента M_z при внецентренном сжатии	0,005

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Проверено по СНИП	Проверка	Коэффициент использования
пп.9.2.4,9.2.5,9.2.8, 9.2.10	Устойчивость из плоскости действия момента M_z при внецентренном сжатии	0,001
п. 8.2.1	Прочность по приведенным напряжениям при одновременном действии изгибающего момента и поперечной силы	0,075
п.8.4.1	Устойчивость плоской формы изгиба	0,092
п.10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOY	0,904
п.10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0,076

Коэффициент использования 0,904 – Предельная гибкость в плоскости XOY

Несущей способности балок Б1, выполненные из швеллера 14П по ГОСТ 8240-97, достаточно для восприятия заданных нагрузок запас 9%.

1.2.3 Сопротивление сечений конструктивная группа С1

Расчет выполнен по СП 16.13330.2011

Общие характеристики

Сталь: С245

Коэффициент надежности по ответственности 1

Коэффициент условий работы 1

Предельная гибкость для сжатых элементов: 180

Предельная гибкость для растянутых элементов: 300

Сечение

Профиль: С1, выполненные из гнутого квадратного профиля 120x5 по ГОСТ 30245-2012;

Длина элемента 4,68 м



Расчетная длина в плоскости XOY 3,6

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.



Расчетная длина в плоскости XOZ Э

Результаты расчета по комбинациям загрузений

$$N = 0,01 \text{ Т}$$

$$M_y = 0 \text{ Т*м}$$

$$Q_z = 0,816 \text{ Т}$$

$$M_z = -0,001 \text{ Т*м}$$

$$Q_y = -0,001 \text{ Т}$$

Проверено по СНиП	Проверка	Коэффициент использования
п.8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента M_z	0,001
п.8.2.1	Прочность при действии поперечной силы Q_y	$5,322 \cdot 10^{-005}$
п.8.2.1	Прочность при действии поперечной силы Q_z	0,041
п.9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов с учетом пластики	0,001
п.8.4.1	Устойчивость плоской формы изгиба	0,001
п.10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOY	0,733
п.10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0,184

Коэффициент использования 0,733 – Предельная гибкость в плоскости XOY

Несущей способности С1, выполненные из гнутого квадратного профиля 120x5 по ГОСТ 30245–2012, достаточно для восприятия заданных нагрузок запас 19%

1.2.4 Сопротивление сечений конструктивная группа Пс1

Расчет выполнен по СП 16.13330.2011

Общие характеристики

Сталь: С245

Коэффициент надежности по ответственности 1

Коэффициент условий работы 1

Предельная гибкость для сжатых элементов: 210 – 60

Предельная гибкость для растянутых элементов: 300

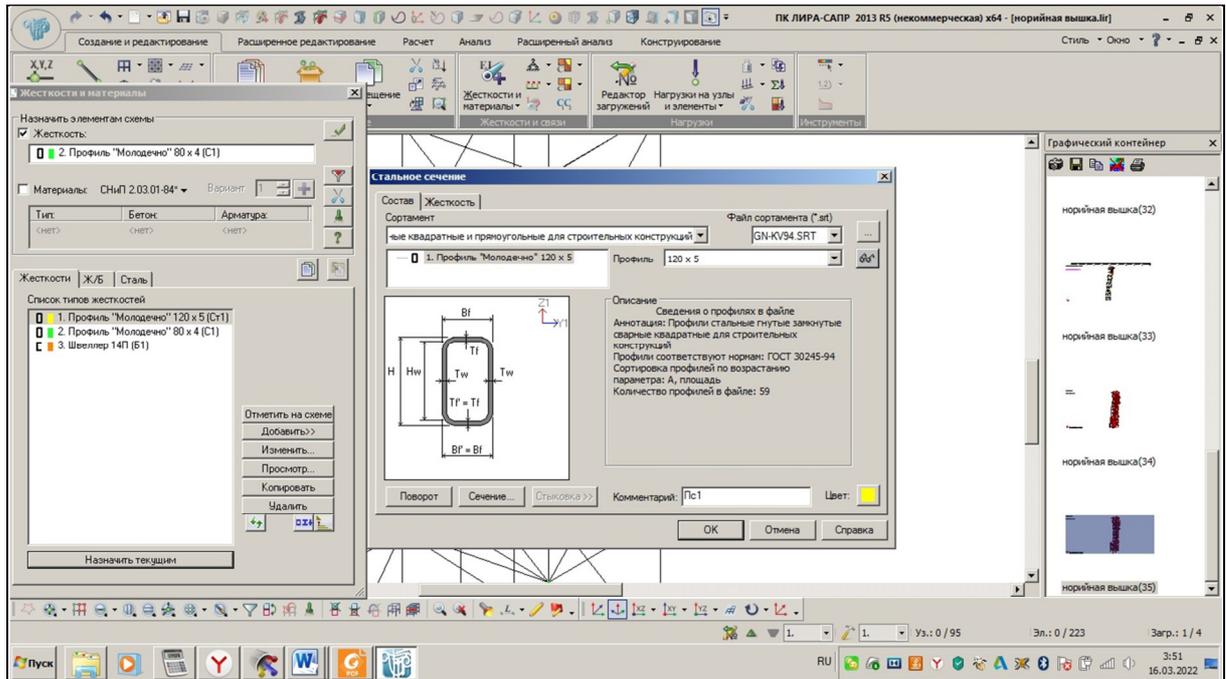
Неупругая работа сечения не допускается

Сечение

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.



Профиль: Пс1, выполненные из гнутого квадратного профиля 120x5 по ГОСТ 30245-2012;

Длина элемента 2,2 м



Расчетная длина в плоскости XOY 1



Расчетная длина в плоскости XOZ 1,2

Результаты расчета по комбинациям нагрузений

$$N = -0,336 T$$

$$M_y = -0,014 T \cdot m$$

$$Q_z = 0,024 T$$

$$M_z = 0,022 T \cdot m$$

$$Q_y = 0,007 T$$

Проверено по СНИП	Проверка	Коэффициент использования
п.8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента M_y	0,019
п.8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента M_z	0,022
п.8.2.1	Прочность при действии поперечной силы Q_y	0,001
п.8.2.1	Прочность при действии поперечной силы Q_z	0,002
п.9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	0,025
п.7.1.3	Устойчивость при сжатии в плоскости XOY (XOU)	0,01
п.7.1.3	Устойчивость при сжатии в плоскости XOZ (XOV)	0,015
пп.9.2.8, 9.2.10	Устойчивость в плоскости действия момента M_z при внецентренном сжатии	0,026
п.10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOY	0,484
п.10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0,685

Коэффициент использования 0,685 – Предельная гибкость в плоскости XOZ

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Несущей способности Пс1, выполненные из гнутого квадратного профиля 120x5 по ГОСТ 30245-2012; достаточно для восприятия заданных нагрузок запас 10%.

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