

ООО «ИнжСтрой»

СРО-П-140-27022010

Заказчик: АНО «Мосспортразвитие»

**Капитальный ремонт
ГБУ «МосСпортОбъект»
по адресу: г. Москва, ул. Мосфильмовская, д.41, к.2**

ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

Раздел 4

Конструктивные и объемно-планировочные решения

Книга 2

Расчеты элементов строительных конструкций

012021217-1-КР.Р

Том 4.2

Генеральный директор

М.В. Хохлов

Главный инженер проекта

И.В. Панков

Изм.	№ док.	Подп.	Дата

г. Москва, 15.11.2021



ООО АРХИТЕКТУРНАЯ МАСТЕРСКАЯ «ПЕТРОВ МИХАИЛ И ПАРТНЁРЫ»
НП СРО «Содействия организациям проектной отрасли», СРО-П-166-30062011

Заказчик: АНО «Мосспортразвитие»

**Капитальный ремонт
ГБУ «МосСпортОбъект»
по адресу: г. Москва, ул. Мосфильмовская, д.41, к.2**

ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

Раздел 4

Конструктивные и объемно-планировочные решения

Книга 2

Расчеты элементов строительных конструкций

012021217-1-КР.Р

Том 4.2

Генеральный директор

М.А.Петров

Главный инженер проекта

А.С. Воробьев

Изм.	№ док.	Подп.	Дата

г. Москва, 15.11.2021

Содержание тома

1.	Общие сведения	2
2.	Описание существующей конструкции здания.	3
3.	Описание работ в рамках капитального ремонта	6
4.	Расчет несущих конструкций здания с учетом крепления дополнительных фасадных панелей типа «ROCKPANEL» к существующим конструкциям фасада.....	7
5.	Расчет крепления ограждения парапетов кровли	32
6.	Расчет крепления пожарных лестниц	34
7.	Расчет рамы навеса	41
8.	Расчет рамы фахверка	64

012021217-1-КР.Р.С

Изм.	Кол.	Лист	Ндок	Подп.	Дата				
		ГИП	Воробьев		15.11.21	Содержание тома	Стадия	Лист	Листов
		Разраб.	Волкодав				П	1	66
		Проверил	Петров						
		Н.контроль	Донскова						

1. Общие сведения

В данной записке представлены локальные поверочные расчеты:

- несущих конструкций здания с учетом крепления дополнительных фасадных панелей типа «ROCKPANEL» к существующим конструкциям фасада (см. раздел 4 на л. 7);
- крепления ограждения парапетов кровли (см. раздел 5 на л. 32);
- крепления пожарных лестниц (см. раздел 6 на л. 34);
- рамы навесов (см. раздел 7 на л. 41);
- рамы фахверков (см. раздел 8 на л. 64).

Расчеты выполнены на основании:

- технического задания на проектные работы;
- техническое заключение о состоянии строительных конструкций; - действующих нормативных документов;
- нормативно-методологических справочных документов:

Н1 СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*».

Н2 ГОСТ 27751-2014 «Надежность строительных конструкций и оснований»

Н3 СП 70.13330.2012 «Несущие и ограждающие конструкции».

Н4 СП 16.13330.2017 «Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81».

Н5 СП 294.1325800.2017 «Конструкции стальные. Правила проектирования».

Н6 ФЗ №384 «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений».

Нагрузки на расчетную модель принимались согласно [Н1], а также согласно исходным данным, представленным Заказчиком [1, 2]. Величины нагрузок, а также коэффициенты надежности по нагрузке, приняты в соответствии с п.5[1].

Здание имеет уровень ответственности КС-2, который учтен в расчете коэффициентом надежности ответственности $\gamma_n=1,0$ в соответствии с табл.2[Н2]

Климатические условия района приняты по СП 131.13330.2020 «Строительная климатология» для г. Москва. Климат района работ умеренно континентальный с относительно холодной зимой и умеренно-теплым летом.

Расчетные параметры наружного воздуха для холодного периода: $t_{н.хп} = -26^{\circ}\text{C}$

Скорость ветра (средняя) в холодный период года 1,8 м/с

Максимальная из средних скоростей ветра по румбам за январь 2,0 м/с

Среднее барометрическое давление 997 гПа

Продолжительность безморозного периода в среднем равна 141 дней, продолжительность устойчивого морозного периода равна 108 дням.

Многолетняя сумма осадков составляет 572 мм. Большая часть осадков выпадает в теплое время года с апреля по октябрь и равно 408 мм. Месячный максимум осадков, равный 84 мм, приходится на июль месяц, а минимум 42 мм - на апрель.

Средняя высота снежного покрова равна 39 см, наибольшая 64 см и наименьшая 17 см. Дата образования устойчивого снежного покрова 26 ноября (средняя дата), самая ранняя – 31 октября, а самая поздняя – 9 января. Дата схода снежного покрова 11 апреля (средняя

Лист

012021217-1-K2.P

2

Изм.	Кол.	Лист	Ндок	Подп.	Дата

дата), самая ранняя – 23 марта, самая поздняя – 27 апреля. Среднее число дней со снежным покровом - 144.

В зимнее время преобладают ветра юго-западного направления с повторяемостью 20%, а в летнее время года северо-западного направления с повторяемостью 22%. Минимальная скорость ветра наблюдается в летнее время и составляет 2,8 м/с. Среднемноголетняя скорость ветра составляет 3,6 м/с. Наибольшая скорость ветра повторяемостью 1 раз в 20 лет оценивается 24 м/с.

Сейсмичность района работ - менее 6 баллов (СП 14.13330.2018, карты общего сейсмического районирования территории РФ - ОСР-2015).

Продолжительность неблагоприятного периода – с 20 октября по 5 мая (6,5 месяцев).

2. Описание существующей конструкции здания.

Существующее здание - физкультурно-оздоровительный комплекс, 2009 года постройки, представляет собой 2-3х этажное здание с техподпольем, прямоугольной в плане формы размерами в осях 45,9х18м. Здание выполнено на основании рабочего проекта – «Повторное применение типового проектного решения физкультурно-оздоровительного комплекса, разработанного ГУП МНИИП «МОСПРОЕКТ-4» в 2006г., шифр 5-06/5792».

В объеме капитального ремонта в соответствии с заданием на проектирование существующее функциональное назначение помещений, объемно-планировочные решения, технологические решения, технические решения в части обеспечения пожарной безопасности соответствуют существующему состоянию здания и ранее разработанной и утвержденной проектной документации и остаются без изменений.

Конструктивная схема существующего здания – каркасная: ниже отм. 0,000 - железобетонные стены и перекрытия; выше отм. 0.000 - пятипролетная рама, состоящая из стальных колонн и балок. Пространственная жёсткость здания обеспечивается горизонтальными и вертикальными связями рамного каркаса, дисками перекрытий, несущими стенами.

Несущие стены техподполья, стены по осям «2» и «8» на всю высоту и перекрытие 1-го этажа здания предусмотрены из железобетона класса В25, каркас 2-го и 3-го этажей выполнены из металлоконструкций.

Перекрытия над техподпольем с пролетами 3.6, 6.0, 6.3 м выполнены из сборных пустотных ж/б плит типа НРВ-58-12-16 и НВ-58-12-16 с монолитными ж/б участками толщиной h=220мм (бетон класса В25) по монолитным ж/б балкам (h=730мм) и монолитным стенам.

Перекрытия над 2-м и 3-м этажами в осях "1-2" с пролетом 3.6 м и "8-9" с пролетом 6.3 м - монолитные железобетонные толщиной 200мм (бетон класса В25, армированы в верхней и нижней зоне стержнями Ø10, 16, 20 АIII шагом 150,200мм в зависимости от нагрузки), опирающееся на стальные балки.

Лист

012021217-1-КР.Р

3

Изм.	Кол.	Лист	Ндок	Подп.	Дата

Несущие покрытия в осях «1-2/А-Г» и «8-9/А-Г» выполнены монолитными железобетонными по стальным балкам. Несущие конструкции покрытия спортивного зала в осях «2-8» предусмотрены из металлических ферм.

Стальная конструкция здания представляет собой многопролетную раму, состоящую из колонн типа К1 (по наружным продольным осям здания «А» и «Г»), К2 (внутри здания) и балок Б1, Б2, Б3, Фр.

Отм. баз колонн – 0,550м (за исключением колонн в осях 7-А, 7-Б, 7-Б1 7-В, 8А, базы которых выполнены на отм. -1,700м). Верх колонн К1 соответствует отм. +11,300, верх колонн К2 выполнен до отм.+3,150.

Связи ВС4 и ВС5 в осях «Г/4-5» и «А/5-6» выполнены из профильной трубы 80х3 и 100х4 по ГОСТ 8639-82*.

Колонны представляют из себя стальные горячекатаные широкополочные двутавры с параллельными гранями полок. **Колонны К1 40Ш1 и К2 25Ш1** СТО АСЧМ 20-93/С255 ГОСТ 27772-88.

Фахверки – профилированная труба 120х80х5, 160х160х5, 180х180х6 ГОСТ 8639-82/С245 ГОСТ 27772-88.

Балки Б1 – сварные стальные, выполнены из горячекатаных широкополочных двутавров с параллельными гранями полок 40Ш1 СТО АСЧМ 20-93/ С245 ГОСТ 27772-88, усиленные ребрами из стального проката листового t10 ГОСТ 19903-74/С245 ГОСТ 27772-88 с шагом 600мм и опорными полками из уголка равнополочного 100х10 ГОСТ 8509-93/С245 ГОСТ 27772-88.

Балки Б2 – сварные, выполнены из горячекатаных двутавров нормального профиля с параллельными гранями полок 20 Б1 СТО АСЧМ 20-93/ С245 ГОСТ 27772-88.

Балки Б3 (Б3-1) – сварные стальные, выполнены из горячекатаных широкополочных двутавров с параллельными гранями полок 25Ш1 СТО АСЧМ 20-93/С245 ГОСТ 27772-88, усилены ребрами из стального проката листового t10 ГОСТ 19903-74/ С245 ГОСТ 27772-88 с шагом 500мм, к нижней полке двутавра приварена полоса из стального проката листового t12 ГОСТ 19903-74/С245 ГОСТ 27772-88 шириной 279мм.

Балки Б4 - выполнены из горячекатаных широкополочных двутавров с параллельными гранями полок 25Ш1 СТО АСЧМ 20-93/ С245 ГОСТ 27772-88.

Балки Б5, Б6 - выполнены из горячекатаных двутавров с параллельными гранями полок 30Б1 СТО АСЧМ 20-93/ С245 ГОСТ 27772-88.

Фермы покрытия в осях «2-8» выполняются из двух парных стальных равнополочных уголков. Монтажные узлы фермы предусмотрены на высокопрочных болтах М24 из стали 40Х «Селект». Для предотвращения прогрессирующего разрушения конструкций покрытий в осях «2—8» предусмотрена неразрезная балка по верху колонн в осях «А» и «Г», с опиранием на них конструкций покрытия. Верхние и нижние пояса ферм представляют собой ломаную линию с преломлением в узлах.

Лист

012021217-1-КР.Р

4

Изм.	Кол.	Лист	Ндок	Подп.	Дата

Конструкции фахверка представляют собой систему элементов (стоек, ригелей, распорок), предназначенную для навески панелей наружных стен здания, а также для оформления проемов окон и дверей.

Стойки – профили стальные гнутые замкнутые, сварные квадратные Гн □120×120×5, Гн □120×80×4, Гн □160×160×5, □180×180×6 по ГОСТ 8645 и ГОСТ 8639. Ригели - профили стальные гнутые замкнутые, сварные прямоугольные Гн □120×80×5, Гн □80×80×4, Гн □160×160×5, Гн □120×70×3, Гн □180×70×5 по ГОСТ8645 и ГОСТ 8639. Уголки горячекатаные равнополочные L 75×5 по ГОСТ 8509 «Уголки стальные равнополочные», уголки горячекатаные неравнополочные L 100×63×6, L 150×70×3 по ГОСТ 8510 «Уголки стальные неравнополочные»; крепежные детали – уголки горячекатаные равнополочные L 75×5 по ГОСТ 8509 «Уголки стальные равнополочные», прокат листовой t=4,6,8,10 мм. Сталь марки С245.

Кровля в осях «1-2» и «8-9» выполнена по ж/б покрытию, утеплена пенаплексом толщиной 200мм. Гидроизоляционный ковер – рулонные материалы на битумной основе по ц/п стяжке толщиной 40мм, армированной стальной сеткой Ø5 ВР1 50х50х5 (В500) по ГОСТ 8478-81*.

Кровля над спортивным залом в осях «2-8» предусмотрена на самонесущем профлисте Н158х750х1,0 ГОСТ 14918-80 с опиранием на верхний пояс ферм. Утеплена минераловатным листовым материалом плотностью 50-11 кг/м³ толщиной 200мм. Утеплитель отделен от стального профлиста пароизоляцией – полиэтиленовой пленкой t=0,2мм. Сверху утеплителя выполнена паропроницаемая мембрана плотностью 70гр/м². Покрытие кровли – фальцевое hf=25мм из стального кровельного оцинкованного окрашенного листа толщиной 0,6мм с креплением к обрешетке, выполненной из доски деревянной 32х150мм с шагом 150-200мм. Для создания вентилируемого зазора 60мм обрешетка закреплена на деревянный контрбрус 40х60мм с шагом 1000мм. Контрбрус закреплён к профлисту с помощью опорных элементов из ЛСТК термопрофиля h=200мм с шагом 1000мм в продольном направлении и 750 мм поперек ската. Деревянные элементы кровли обработаны антипереновой антисептической пропиткой. В коньке установлены пластиковые флюгарки.

Наружные стены предусмотрены из стальных многослойных сэндвич-панелей с минераловатным заполнением толщиной 150мм, выполнена горизонтальная раскладка, проемы в наружных стенах заполняются окнами и витражами из алюминиевого профиля с двухслойными стеклопакетами.

Внутренние стены (перегородки) предусмотрены из гипсокартонных листов по металлическому каркасу, в мокрых зонах - из кирпича. Внутренняя поверхность сэндвич-панелей в административных помещениях облицована гипсокартонными листами.

Лист

012021217-1-КР.Р

5

Изм.	Кол.	Лист	Ндок	Подп.	Дата

Ограждение территории не меняется.

Стальной прокат должен выполняться из стали марки С245 по ГОСТ27772-2015. Стальные конструкции должны изготавливаться в соответствии с требованиями ГОСТ Р 53254-2009, ГОСТ 23118-2019, ГОСТ 23120-2016, ГОСТ 25772-2021. Сварные швы конструкций должны соответствовать ГОСТ 5264-80.

4. Расчет несущих конструкций здания с учетом крепления дополнительных фасадных панелей типа «ROCKPANEL» к существующим конструкциям фасада

4.1. Общие данные

Для конструкций здания выполнены расчеты на основное сочетание нагрузок, а именно:

- расчет усилий и перемещений, возникающих в основных несущих конструкциях от крепления фасадных панелей;
- расчет на смятие сэндвич-панели;

Описание конструкций фахверков дан в разделе 3.

Конструкция фахверков представлена на схемах ниже – см. рис А, Б, В.

В расчетной модели учитывались наиболее нагруженные стальные конструкции, представленные на схемах в осях 9/А-Б и 1/А-Г.

Изм.	Кол.	Лист	Ндок	Подп.	Дата

012021217-1-КР.Р

Лист

7

Конструктивная (расчетная) схема в осях А-Г

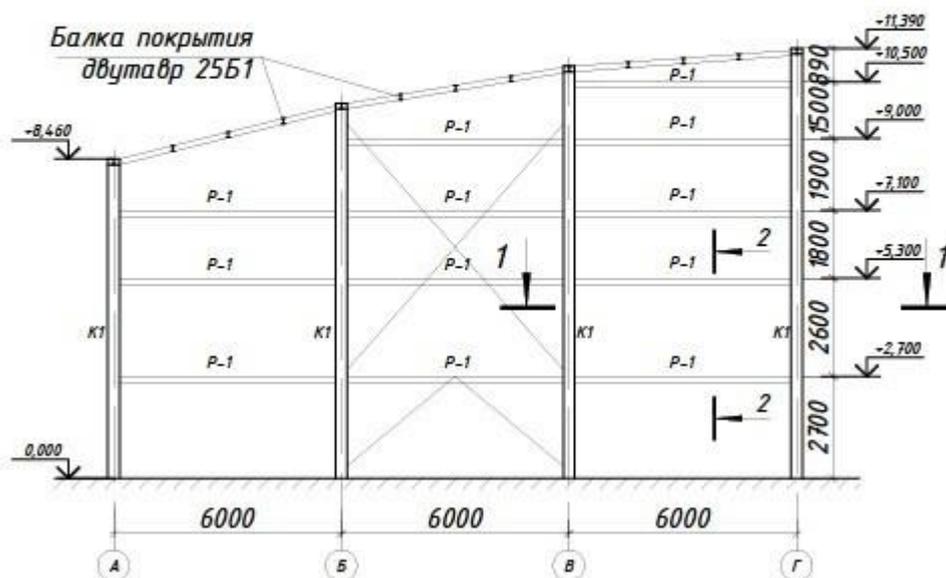


Рис. А – Конструктивная (расчётная) схема в осях А-Г вдоль оси 1

Конструктивная (расчетная) схема в осях Г-А

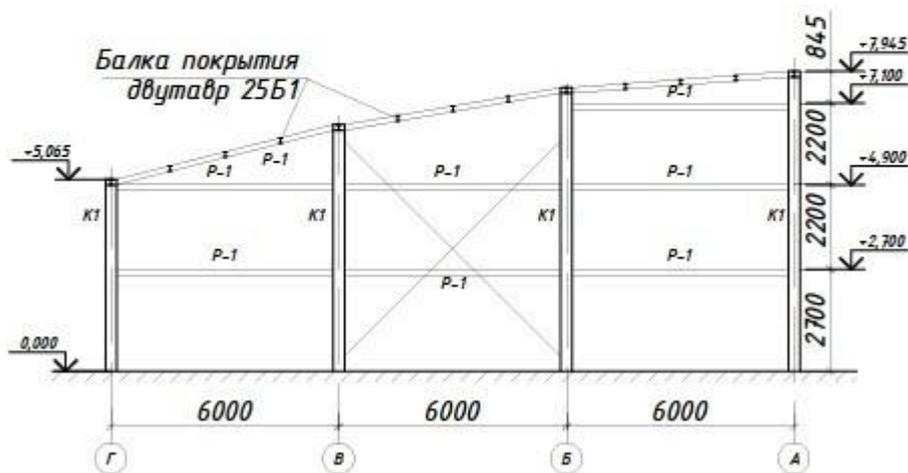


Рис. Б – Конструктивная (расчётная) схема в осях Г-А вдоль оси 9

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

Изм.	Кол.	Лист	№до	Подп.	Дата

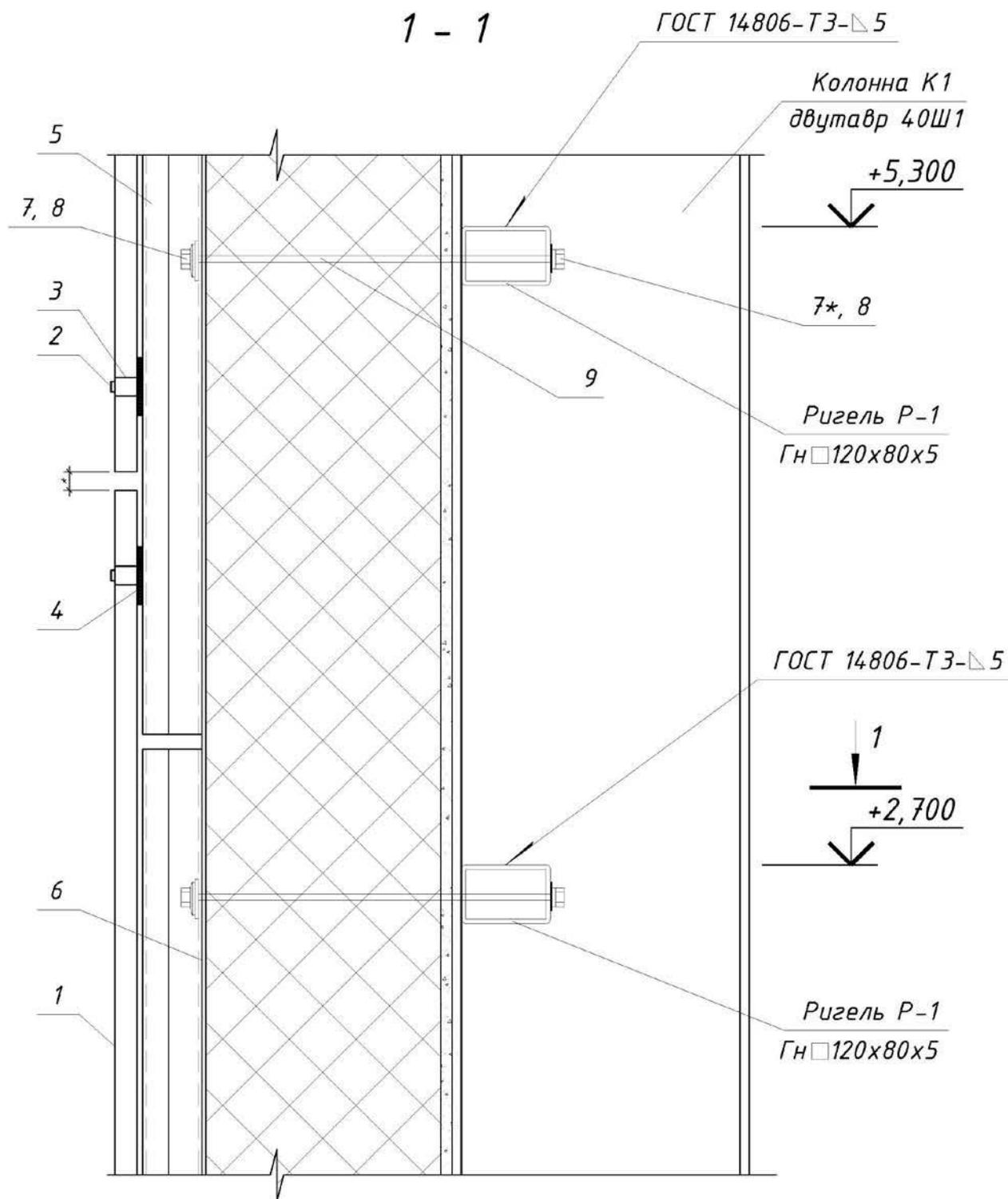


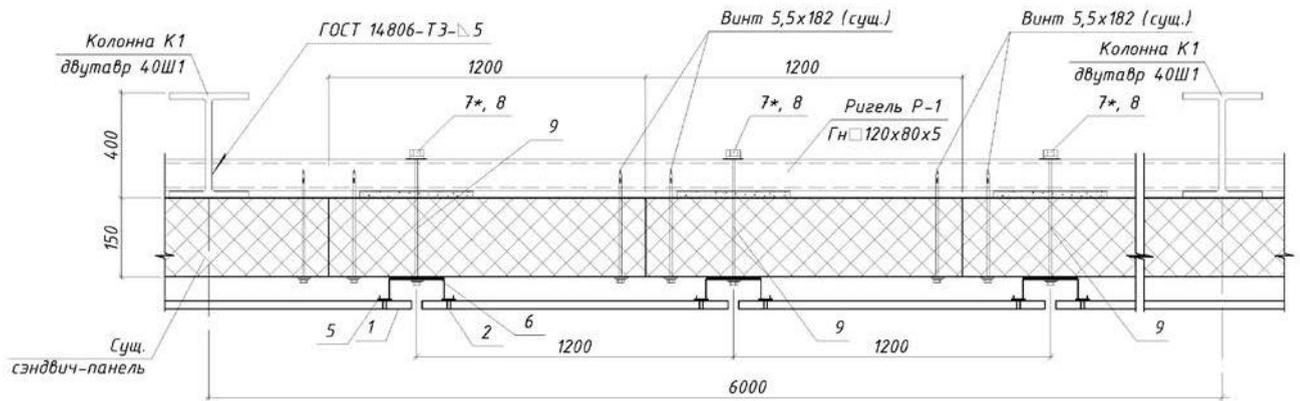
Рис. В – Разрез 1-1 (Принцип крепления существующих панелей к ригелям Р-1)

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

Изм.	Кол.	Лист	№до	Подп.	Дата

012021217-1-КР.Р

2 - 2



- 1 Декоративная Рокпанель
- 2 Заклепка
- 3 Клипса
- 4 Уплотнитель
- 5 Поднесущий профиль навесной системы «Ukon»
- 6 Сэндвич-панель
- 7 Гайка М6
- 8 Шайба
- 9 Шпилька М6 ГОСТ 22042-76

Рис. Г – Разрез 2-2 (Принцип крепления существующих панелей к ригелям Р-1)

4.2 Нагрузки и воздействия

4.2.1 Собственный вес несущих конструкций

Собственный вес несущих конструкций учитывается автоматически.

Коэффициент надежности по нагрузке для стали $k_f=1,05$.

Коэффициент надёжности по ответственности $\gamma_n = 1,0$.

4.2.2 Вертикальные постоянные и временные нагрузки

Вертикальные постоянные нагрузки на перекрытия приняты по данным архитектурно-строительного раздела. Временные нагрузки по типам помещений назначены по [Н1] и согласно заданию на проектирование.

На л. 13 приведена таблица сбора нагрузок на плиту покрытия:

Изм.	Кол.	Лист	№до	Подп.	Дата	Взам. инв. №	Подп. и дата	Инав. № подл.	012021217-1-КР.Р	Лист
										12

Таблица 1 – Сбор нагрузок на покрытие

Сбор нагрузок на покрытие						
п/п	Конструкция	Толщина слоя, м	Плотность т/м ³	Нормативная (т/м ²)	γ _f	Расчетная (т/м ²)
				q _n		q _r
Постоянные нагрузки						
1	Гидроизоляция ЭПП, ЭКП	0,008	1,0	0,008	1,3	0,010
2	Стяжка ц/п, армирован.	0,04	2,1	0,084	1,2	0,016
3	Минплита "Пеноплекс"	0,200	0,035	0,007	1,2	0,002
4	Ж/б плита	0,200	2,5	0,500	1,1	0,550
Итого:				0,599	1,12	0,670
Временные нагрузки						
1	Снеговая нагрузка	-	-	0,150	1,4	0,210
Итого:				0,672		0,787

Нормативная нагрузка на главные и второстепенные балки покрытия в осях 8-9/А-Б и 1-2/А-Г (в запас принимаем максимально нагруженную часть):

Нормативные значения: $2 \times 21,3 \times 6,0 + 5 \times 21,3 \times 6,0 / (6,0 \times 6,0) = 24,9 \text{ кг/м}^2$;

$3 \times 21,3 \times 6,0 + 2 \times 21,3 \times 3,3 + 3 \times 21,3 \times 2,05 / (3,3 \times 6,0) = 33,1 \text{ кг/м}^2$.

Расчетные значения: $24,9 \times 1,05 = 26,2 \text{ кг/м}^2$;

$33,1 \times 1,05 = 34,8 \text{ кг/м}^2$.

Нормативное значение нагрузки от сэндвич-панели толщиной 150 мм: 27,2 кг/м².

Расчетное значение: $27,2 \times 1,3 = 35,4 \text{ кг/м}^2$.

Нормативное значение нагрузки от плиты ROCKPANEL (Xtreme) принимаем равное 9,6 кг/м². Расчетное значение $9,6 \times 1,2 = 11,5 \text{ кг/м}^2$.

Суммарная расчетная нагрузка от фасадных систем (без учета проемности): $35,4 + 11,5 = 46,9 \text{ кг/м}^2$

Эксцентриситет приложения расчетной нагрузки от сумарной фасадной системы (158 мм) относительно ригелей Р1, Р2 (Гн. тр. 120x80x5):
 $e = 0,12/2 + 0,158/2 = 0,139 \text{ м}$.

Крутящий момент на м.п. ригелей Р1, Р2 при грузовой высоте (1,5 м; 2,2 м; 2,65 м) от фасадной системы:

$M_{1,5} = 46,9 \times 1,5 \times 0,139 \sim 10,0 \text{ кгм/м}$;

$M_{2,2} = 46,9 \times 2,2 \times 0,139 \sim 14,4 \text{ кгм/м}$;

$M_{2,65} = 46,9 \times 2,65 \times 0,139 \sim 17,3 \text{ кгм/м}$.

Изм. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №
--------------	--------------	--------------

Изм.	Кол.	Лист	№ до	Подп.	Дата	012021217-1-КР.Р	Лист 13
------	------	------	------	-------	------	------------------	------------

4.2.3 Снеговые нагрузки

Согласно п. 10.1 [Н1] расчётное значение снеговой нагрузки на горизонтальную проекцию покрытия принимается по формуле:

$$S = c_e \times c_t \times \mu \times (S_g \times \gamma_f) \times \gamma_n,$$

где

c_e = коэффициент, учитывающий снос снега с покрытия здания под действием ветра ($c_e = 1$, п.10.9).

$c_t = 1$ – термический коэффициент (п.10.10);

$\gamma_f = 1,4$ – коэффициент надежности по нагрузке для снега (п.10.12);

$\gamma_n = 1,0$ – коэффициент надежности по ответственности здания;

$S_g = 150 \text{ кг/м}^2$ – нормативное значение веса снегового покрова на 1 м^2 горизонтальной поверхности для III-го снегового района;

μ – коэффициент перехода от веса снегового покрова земли к снеговой нагрузке на покрытие. Схема снеговой нагрузки на покрытие принята в соответствии с Приложением Б [1] по варианту 1, $\mu = 1,0$.

Таким образом, расчетная снеговая нагрузка на покрытие без учёта снеговых мешков, равна:

$$S = 1 \times 1 \times \mu \times 150 \times 1,4 \times 1 = \mathbf{210 \times \mu} \text{ кг/м}^2$$

Нагрузка учитывается как кратковременная с долей длительности 0,5.

4.2.4 Ветровые нагрузки

В соответствии с требованиями [1] «Нагрузки и воздействия» [1] ветровая нагрузка w определяется: $w = w_m + w_p$.

Расчетные значения средней составляющей ветровой нагрузки, определяем по формуле: $w_m = w_0 k(h) c_{\gamma_f}$

где, w_m – средняя составляющая давления ветра;

$w_0 = 23 \text{ кг/м}^2$ – нормативное значение давления ветра для метеоусловий места строительства;

h – эквивалентная высота;

$k(h)$ – коэффициент, учитывающий изменение средней составляющей

Изм. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №
--------------	--------------	--------------

Изм.	Кол.	Лист	№ до	Подп.	Дата	012021217-1-КР.Р	Лист
							14

давления ветра для высоты z_e на местности типа В (табл. 11.2 [1]);

c – аэродинамические коэффициенты полного давления (c_p) или аэродинамические коэффициенты силы трения (c_f);

$\gamma_f = 1,4$ – коэффициент надежности по ветровой нагрузке.

Пульсационная составляющая не учитывалась в расчете.

Таблица 2 – Ветер по Y (расчетная нагрузка)

Ветер по Y										т/м2				
№ п/п	Отм. эт	w0, т/м2	k(ze)	ze	A	B	C	D	E	wm(A)	wm(B)	wm(C)	wm(D)	wm(E)
1	0	0,023	0,000	0	-1	-0,8	-0,5	0,8	-0,5	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	2,7	0,023	0,685	11,39	-1	-0,8	-0,5	0,8	-0,5	-0,0220	-0,0176	-0,0110	0,0176	-0,0110
3	5,3	0,023	0,685	11,39	-1	-0,8	-0,5	0,8	-0,5	-0,0220	-0,0176	-0,0110	0,0176	-0,0110
4	7,1	0,023	0,685	11,39	-1	-0,8	-0,5	0,8	-0,5	-0,0220	-0,0176	-0,0110	0,0176	-0,0110
5	11,39	0,023	0,685	11,39	-1	-0,8	-0,5	0,8	-0,5	-0,0220	-0,0176	-0,0110	0,0176	-0,0110

Таблица 3 – Ветер по X (расчетная нагрузка)

Ветер по X										т/м2				
№ п/п	Отм. эт	w0, т/м2	k(ze)	ze	A	B	C	D	E	wm(A)	wm(B)	wm(C)	wm(D)	wm(E)
1	0	0,023	0,000	0	-1	-0,8	-0,5	0,8	-0,5	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	2,7	0,023	0,540	6,3	-1	-0,8	-0,5	0,8	-0,5	-0,0174	-0,0139	-0,0087	0,0139	-0,0087
3	5,3	0,023	0,685	11,39	-1	-0,8	-0,5	0,8	-0,5	-0,0220	-0,0176	-0,0110	0,0176	-0,0110
4	7,1	0,023	0,685	11,39	-1	-0,8	-0,5	0,8	-0,5	-0,0220	-0,0176	-0,0110	0,0176	-0,0110
5	11,39	0,023	0,685	11,39	-1	-0,8	-0,5	0,8	-0,5	-0,0220	-0,0176	-0,0110	0,0176	-0,0110

По таблицам 4.4.1 и 4.4.2 в расчет принимается максимальная нагрузка от ветра $0,022 \text{ т/м}^2$ (22 кг/м^2).

4.3 Проверка несущих конструкций:

4.3.1 Проверка сечения ригелей Р-1, Р-2

Сечение ригелей Р-1, Р-2 – Гн. тр. 120x80x5, сталь С245.

Соединение ригеля Р-1, Р-2 с колоннами принято жёстким, крепление колонн с железобетонными фундаментами принято жёстким.

Нагрузки см. раздел 4.2.

Длина фасадной системы $l_{гр}=2,65$ м, соответственно нагрузка с учетом грузовой площади:

Итого погонная нагрузка на ригель от веса фасада: $46,9 \times 2,65 = 124,3 \text{ кг/м}$.

Итого погонная нагрузка на ригель от ветрового воздействия: $22,0 \times 2,65 = 58,3 \text{ кг/м}$.

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

Изм.	Кол.	Лист	№ до	Подп.	Дата

012021217-1-КР.Р

Лист

15

Анализ результатов расчета

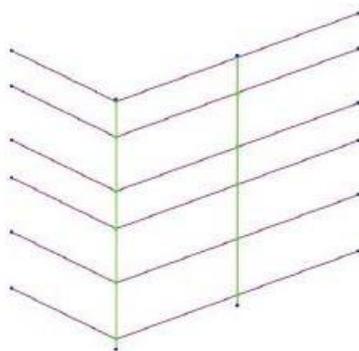
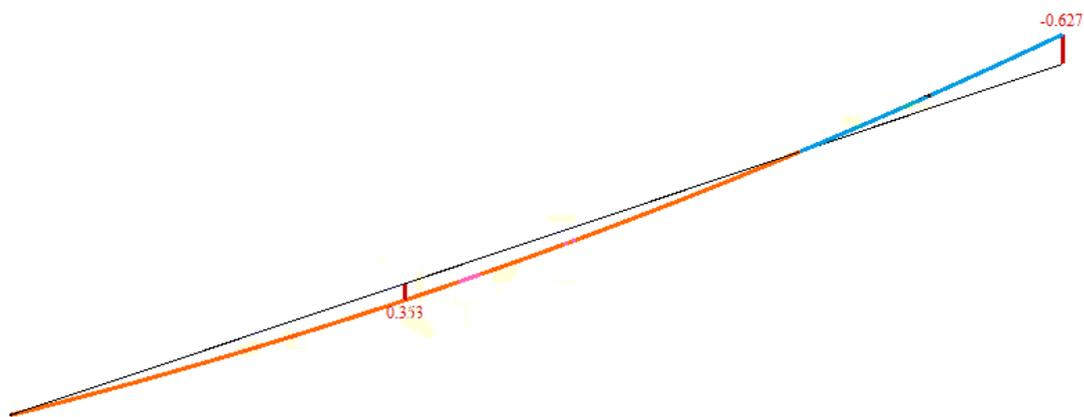


Рис. 5.1 – Общий вид расчетной схемы (для локального расчета)

Ниже приведены результаты расчета:

1ПС(СП 20.13330.2011/2016_1)
Эпюра M_y
Единицы измерения - т*м



Отм. 0.000
Минимальное значение -0.627437; Максимальное значение 0.352933

Рис. 5.1.1 – Эпюра моментов M_y в наиболее нагруженном ригеле, т*м

Изм. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №
--------------	--------------	--------------

Изм.	Кол.	Лист	№до	Подп.	Дата
------	------	------	-----	-------	------

012021217-1-КР.Р

Лист

16

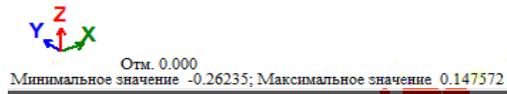
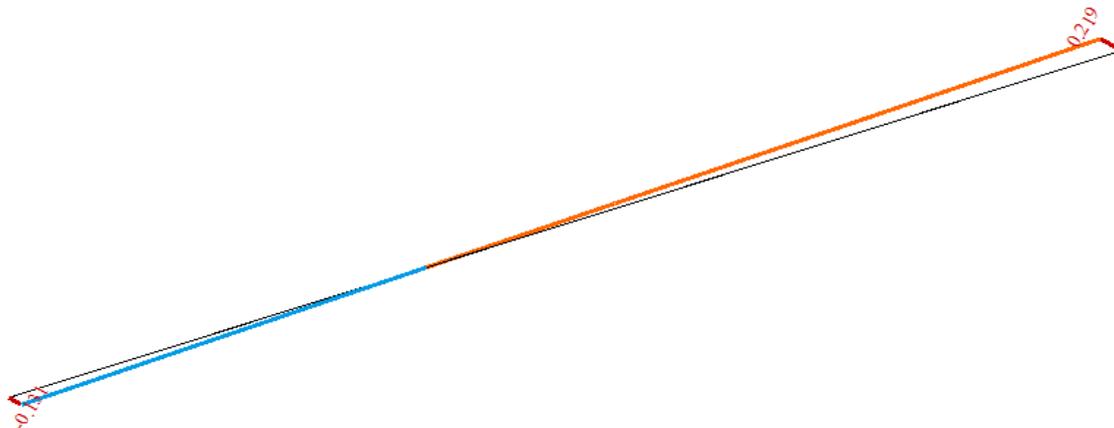


Рис. 5.1.2 – Эпюра моментов Mz в наиболее нагруженном ригеле, т*м

Инв. № подл.	Подп. и дата					Взам. инв. №	
Изм.	Кол.	Лист	№до	Подп.	Дата	012021217-1-КР.Р	
						Лист	17

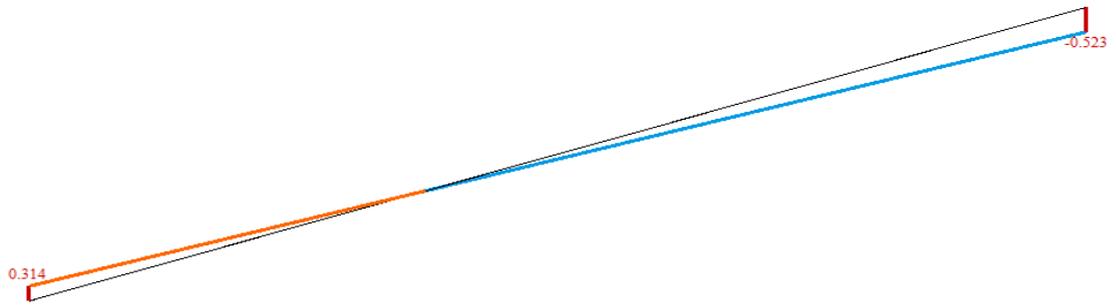


Отм. 0.000
 Минимальное значение -0.131175; Максимальное значение 0.218625

Рис. 5.1.3 – Эпюра поперечных сил Q_y в наиболее нагруженном ригеле, т

Инв. № подл.	Подп. и дата					Взам. инв. №
	Изм.	Кол.	Лист	№до	Подп.	Дата
012021217-1-КР.Р						Лист
						18

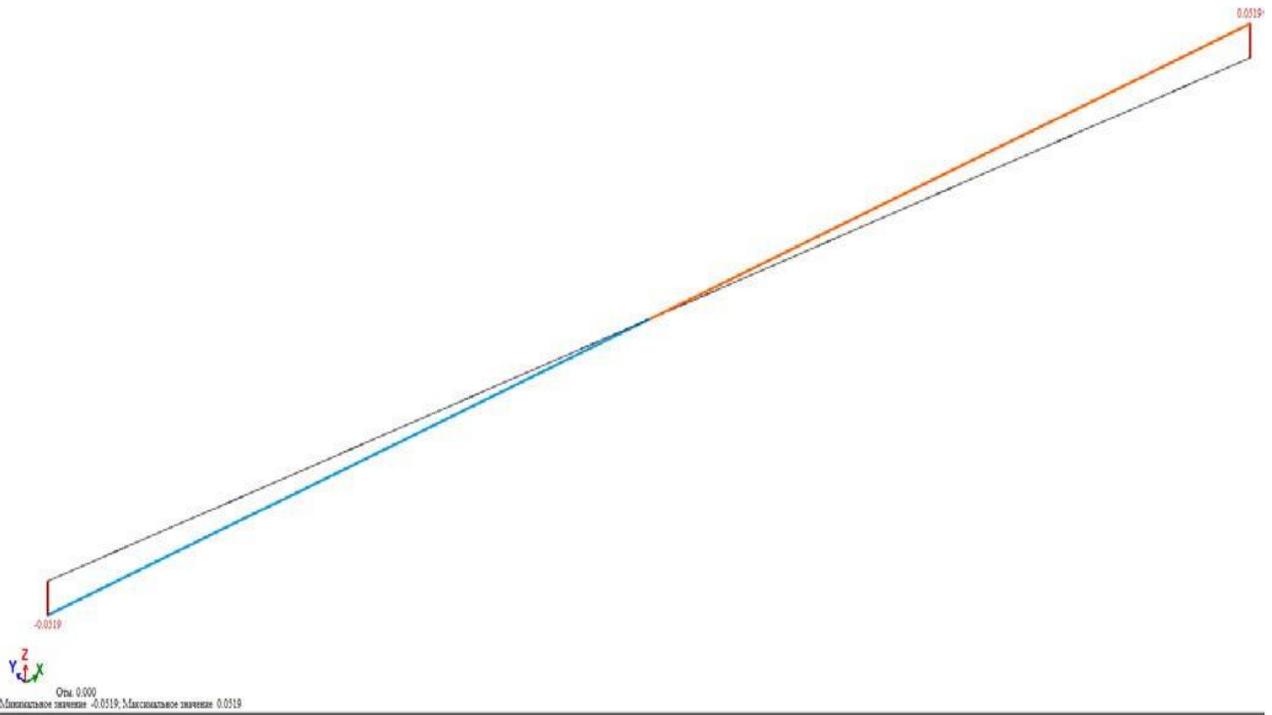
1ПС(СП 20.13330.2011/2016_1)
 Эпюра Qz
 Единицы измерения - т



Отм. 0.000
 Минимальное значение -0.522864; Максимальное значение 0.313719

Рис. 5.1.4 – Эпюра поперечных сил Qz в наиболее нагруженном ригеле, т

1ПС(СП 20.13330.2011/2016_1)
 Эпюра Mx
 Единицы измерения - т*м



Отм. 0.000
 Минимальное значение -0.0119; Максимальное значение 0.0019

Рис. 5.1.5 – Эпюра моментов Mx в наиболее нагруженном ригеле, т*м

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

Изм.	Кол.	Лист	№ до	Подп.	Дата

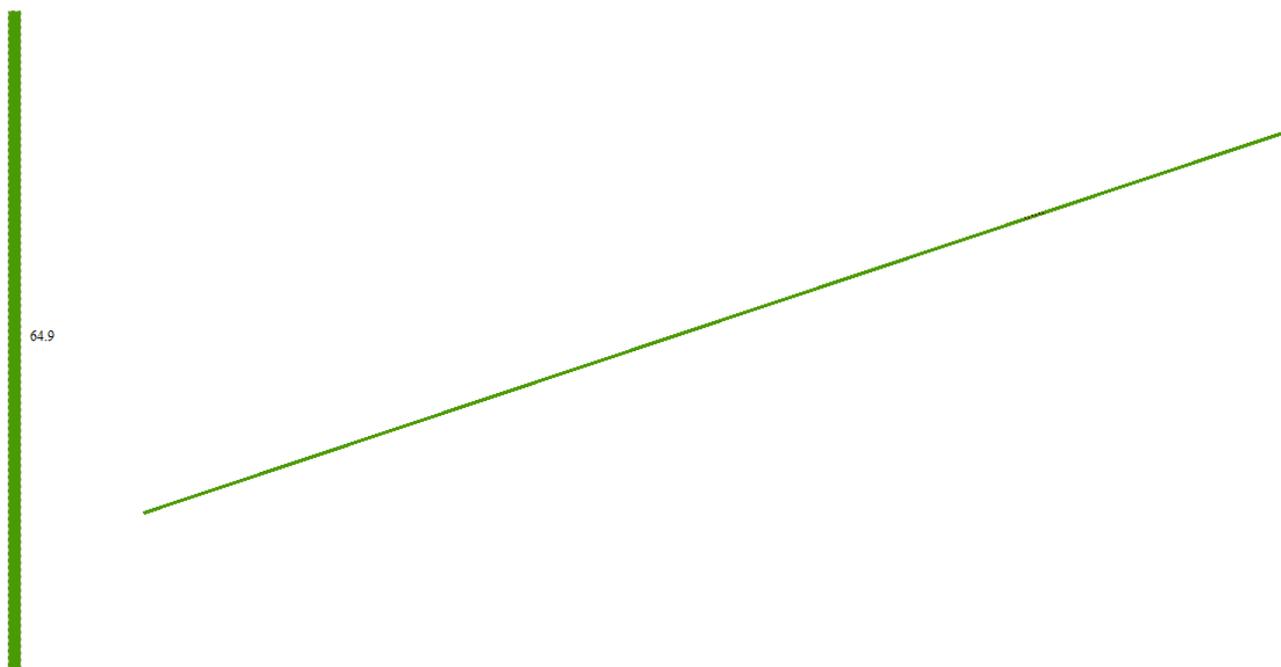
012021217-1-КР.Р

Лист

19

Рис. 5.1.5 – Эпюра Мх, тм

Вариант конструирования: Вариант 1
 Расчет по РСН.СП 20.13330.2011/2016_1 (СП 16.13330.2017)



Отм. 0.000
 Мозаика результатов проверки назначенных сечений по 1 предельному состоянию

Рис. 5.1.6 Коэффициент использования сечений по 1-ой группе ПС, %, %

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

Изм.	Кол.	Лист	№до	Подп.	Дата

012021217-1-КР.Р

Лист

20



Рис. 5.1.7 Коэффициент использования сечений по 1-ой группе ПС, %

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №					012021217-1-КР.Р	Лист
								21
Изм.	Кол.	Лист	№ до	Подп.	Дата			

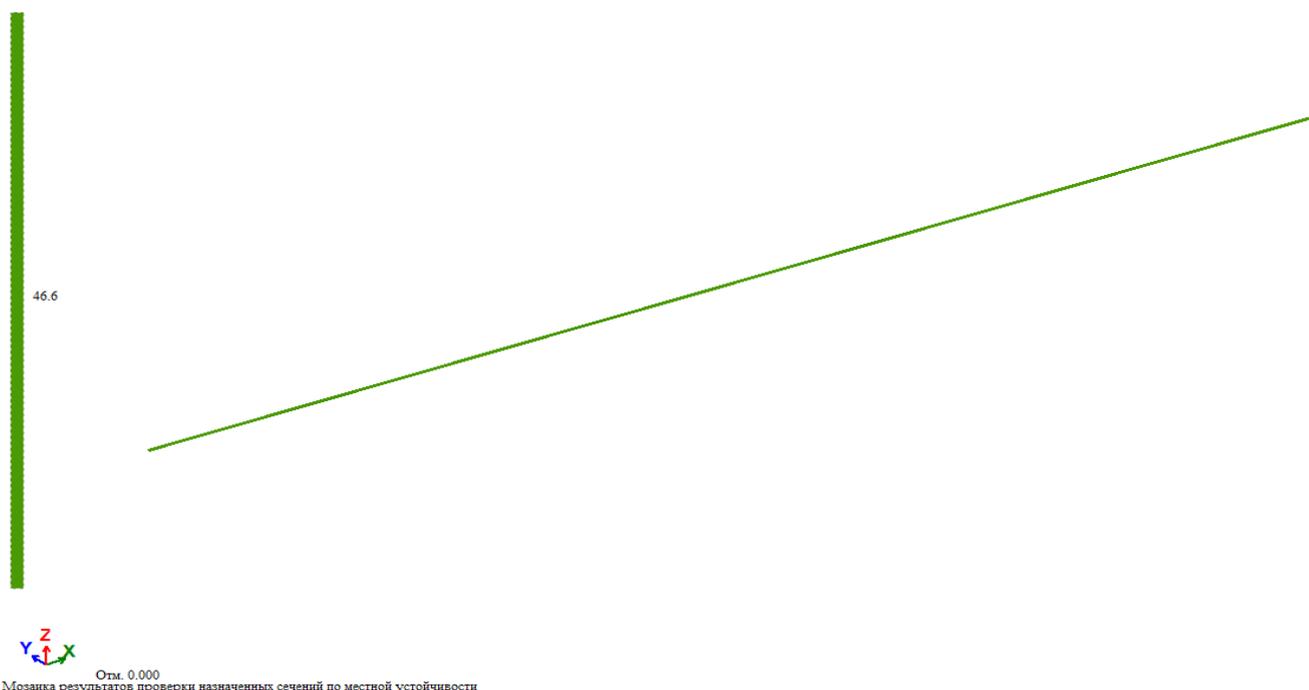


Рис. 5.1.8 – Коэффициент использования сечения по местной устойчивости, %

Вывод: По результатам анализа расчета максимальный коэф. исп. сечения = 0.649, прочность обеспечена.

4.3.2 Проверка сечения колонн

Сечение колонны 40Ш1, сталь С245.

Соединение колонны с фундаментом принято жёстким, с балками покрытия – шарнирным, с ригелями фахверка – жесткими.

В проверке рассмотрены две наружных колонны (наиболее нагруженные): угловая и рядовая.

Высота колонны 11,4 м.

Нагрузки принимались в соответствии с разделом 4.2 настоящего отчета.

Сбор нагрузок на угловую колонну (грузовая площадь 3,0х3,0):

- нагрузка от покрытия $0,670 \times 3,0 \times 3,0 = 6,0$ т;
- главные и второстепенные балки $0,0331 \times 3,0 \times 3,0 = 0,3$ т;
- снеговая нагрузка $0,21 \times 3,0 \times 3,0 = 1,9$ т;

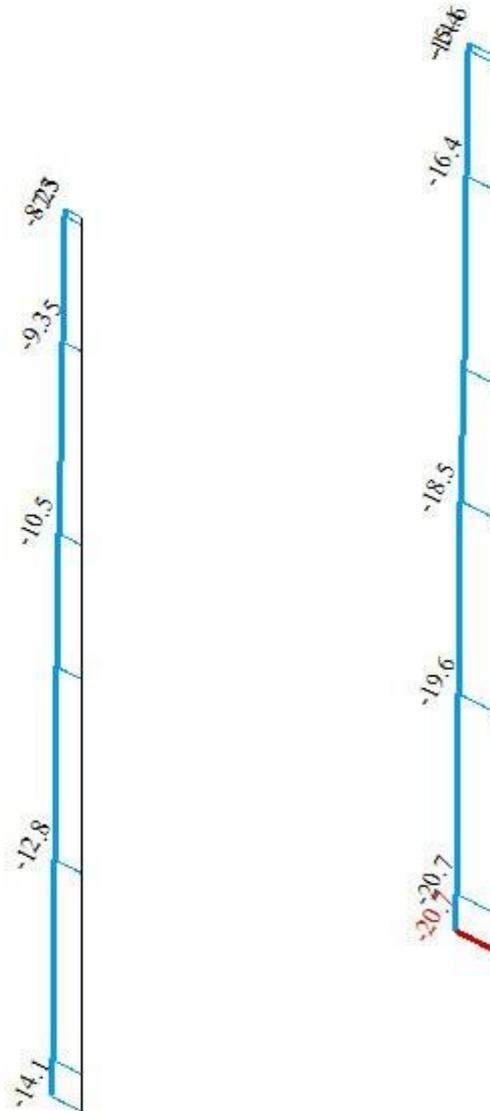
Изм.	Кол.	Лист	№ до	Подп.	Дата	Взам. инв. №
						Подп. и дата
Изм.	Кол.	Лист	№ до	Подп.	Дата	Изм. № подл.

Нагрузка от покрытия для основной колонны (грузовая площадь 6,0х3,0):

- покрытие $0,67 \times 6,0 \times 3,0 = 12,1$ т;
- главные и второстепенные балки $0,0331 \times 6,0 \times 3,0 = 0,6$ т;
- снеговая нагрузка $0,21 \times 6,0 \times 3,0 = 3,8$ т;

Ниже приведены результаты расчета:

1ПС(СП 20.13330.2011/2016_1)
 Эпюра N
 Единицы измерения - т



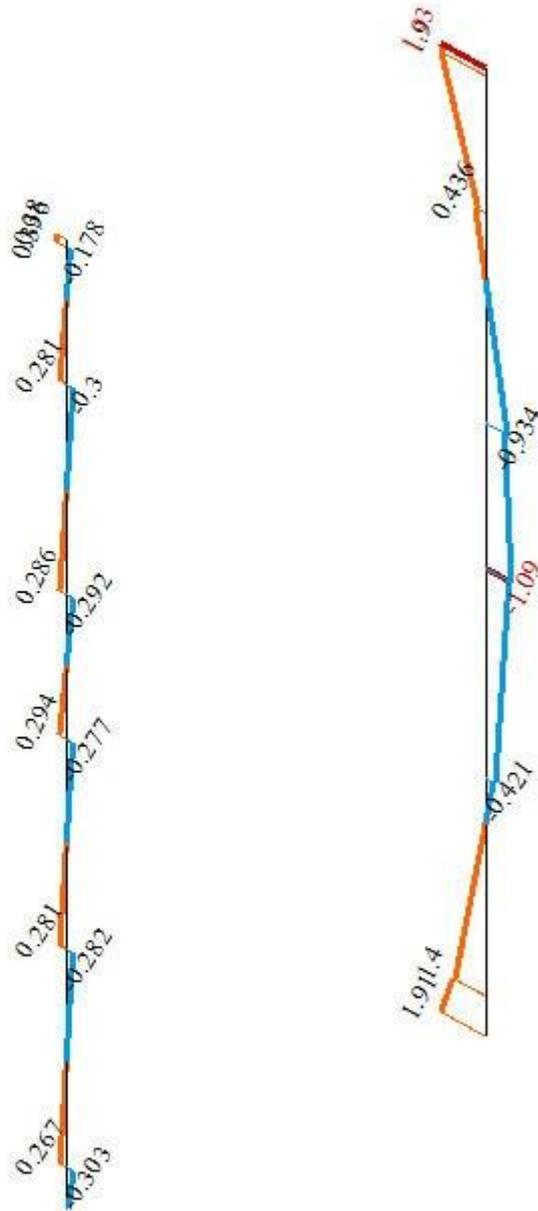
Минимальное значение -20.727;

Рис. 5.2.1 – Эпюры продольных сил N, т

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

Изм.	Кол.	Лист	№ до	Подп.	Дата

1ПС(СП 20.13330.2011/2016_1)
 Эпюра Му
 Единицы измерения - т*м




 Минимальное значение -1.08985; Максимальное значение 1.92713

Рис. 5.2.2 – Эпюры моментов M_u , тм

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

Изм.	Кол.	Лист	№до	Подп.	Дата

012021217-1-КР.Р

Лист

24

1ПС(СП 20.13330.2011/2016_1)

Эпюра Mz

Единицы измерения - т*м

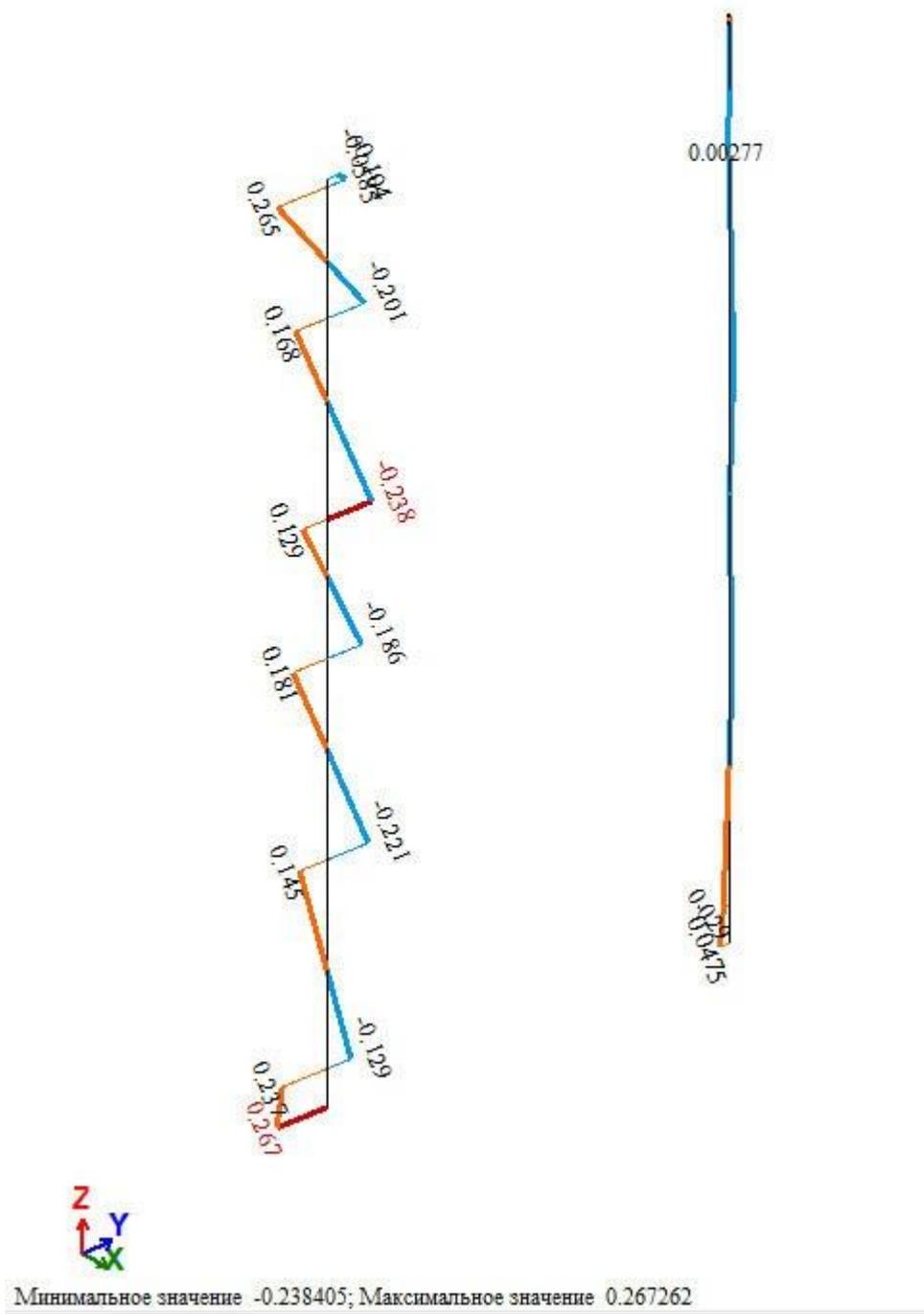


Рис. 5.2.3 – Эпюры моментов Mz, тм

Изм.	Кол.	Лист	№до	Подп.	Дата

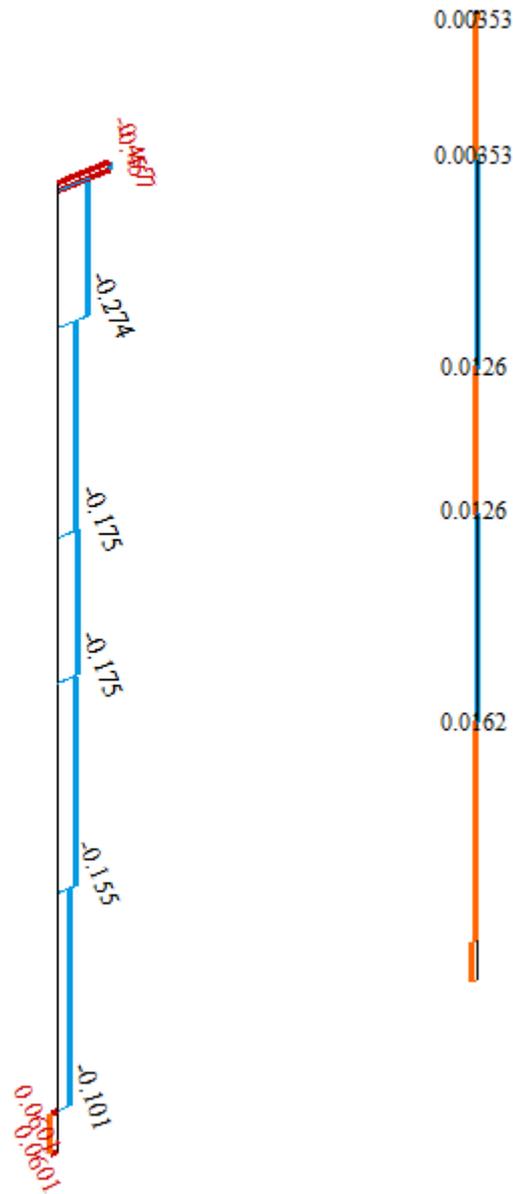
Изм.	Кол.	Лист	№до	Подп.	Дата

012021217-1-КР.Р

Лист

25

1ПС(СП 20.13330.2011/2016_1)
 Эпюра Qy
 Единицы измерения - т



Минимальное значение -0.457118; Максимальное значение 0.0601174

Рис. 5.2.4 – Эпюры поперечных сил Qy, т

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

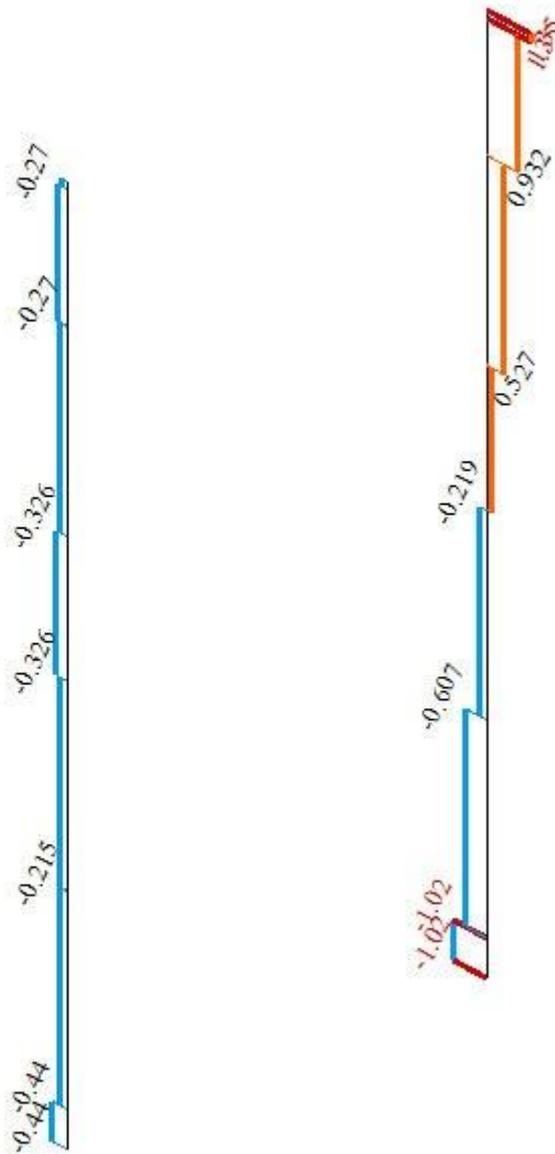
Изм.	Кол.	Лист	№до	Подп.	Дата

012021217-1-КР.Р

Лист

26

ИПС(СП 20.13330.2011/2016_1)
 Эпюра Qz
 Единицы измерения - т



Минимальное значение -1.01561; Максимальное значение 1.34878

Рис. 5.2.5 – Эпюры поперечных сил Qz, т

Изм.	Кол.	Лист	№до	Подп.	Дата

1ПС(СП 20.13330.2011/2016_1)
 Эпюра Mx
 Единицы измерения - т*м

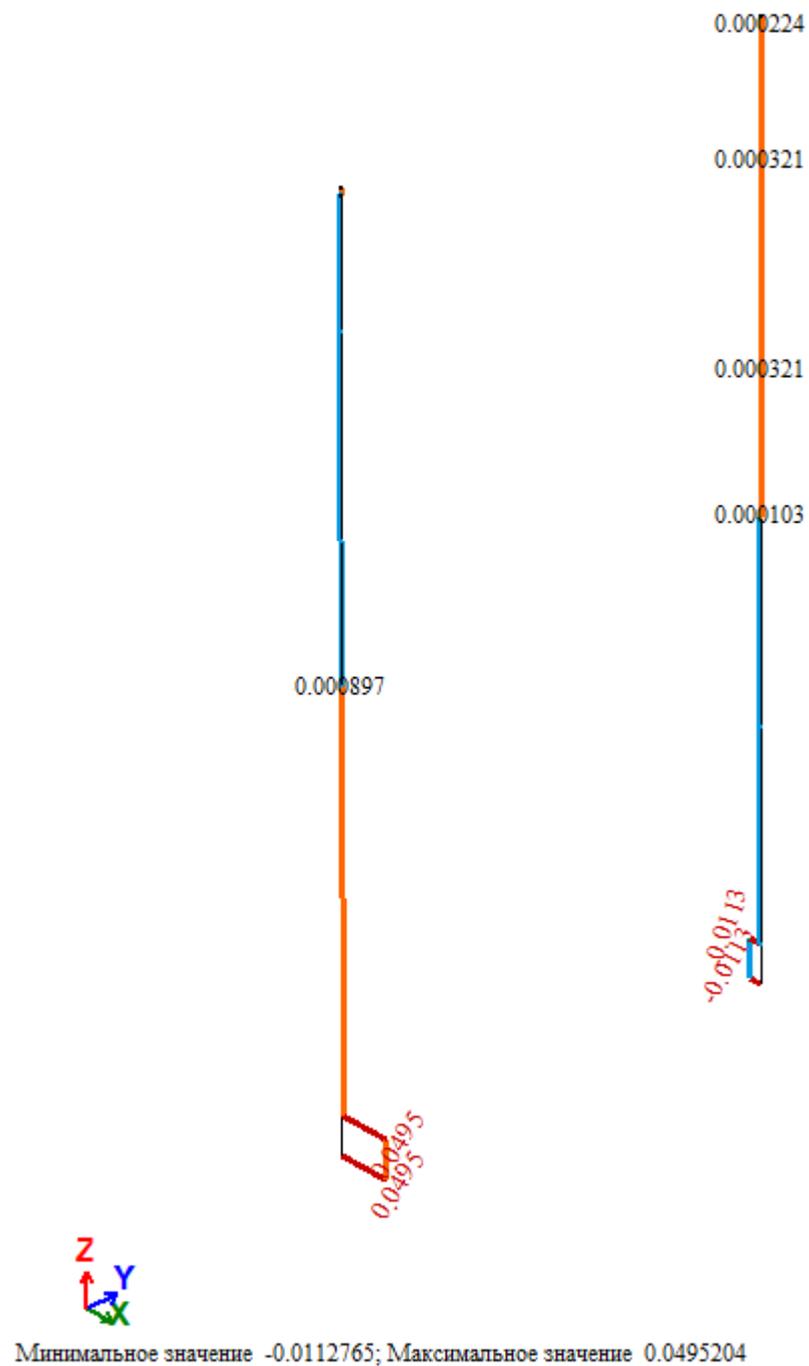


Рис. 5.2.6 – Эпюры моментов Mx, тм

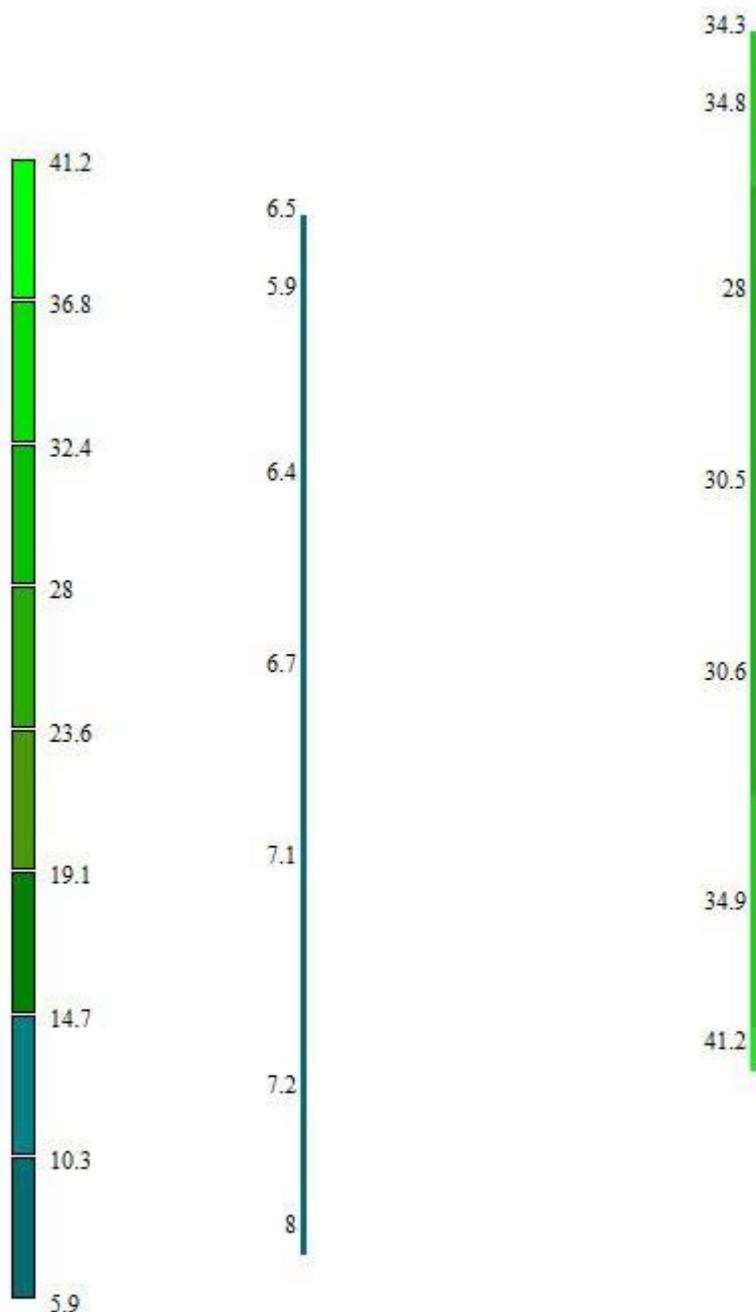
Инов. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.	Лист	№до	Подп.	Дата

012021217-1-КР.Р

Лист

28



Мозаика результатов проверки назначенных сечений по 1 предельному состоянию

Рис. 5.2.7 Коэффициент использования сечений по 1-ой группе ПС, %

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

Изм.	Кол.	Лист	№ до	Подп.	Дата

Вариант конструирования: Вариант 1
 Расчет по РСН: СП 20.13330.2011/2016_1 (СП 16.13330.2017)

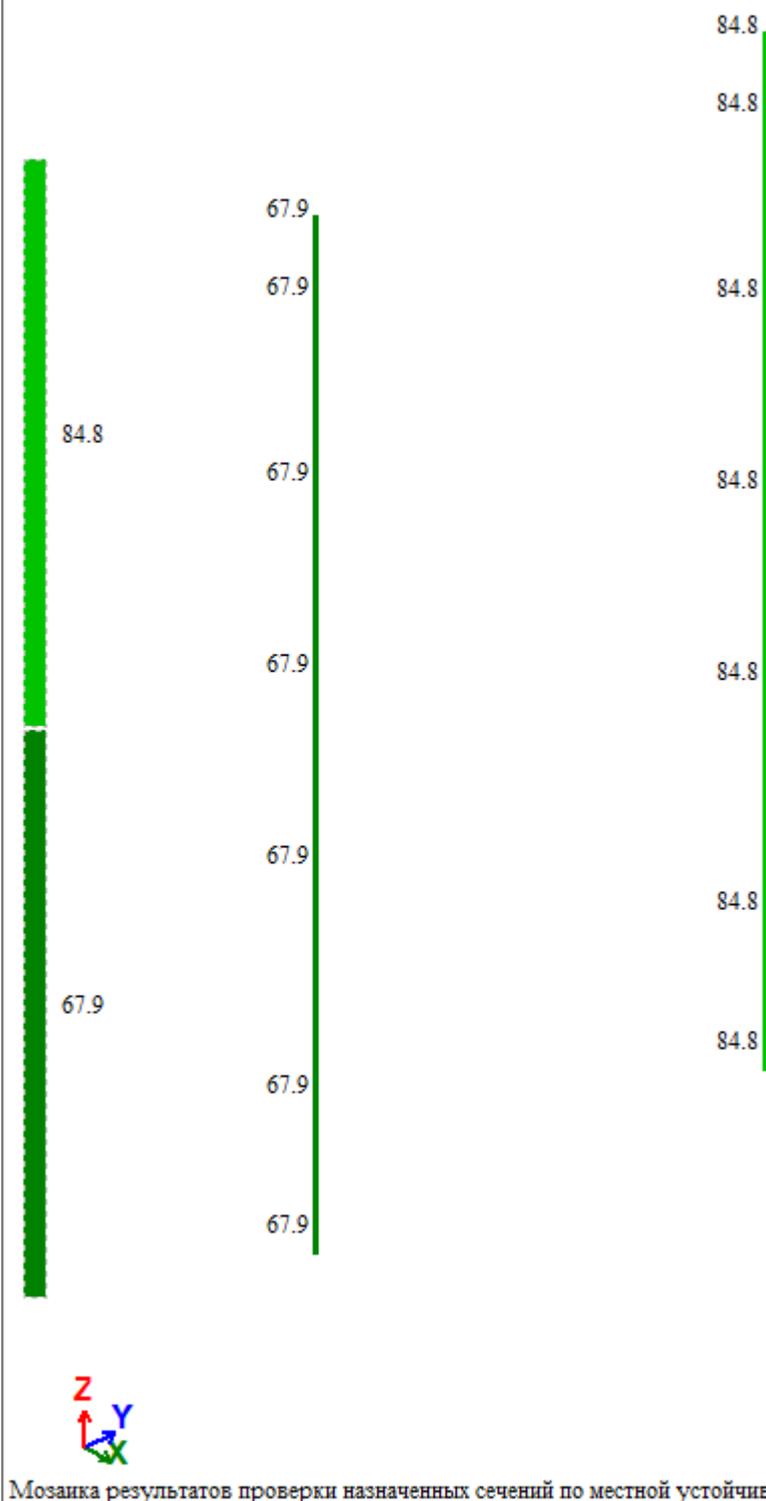


Рис. 5.2.8 – Коэффициент использования сечений по местной устойчивости, %

Вывод: По результатам анализа расчета максимальные коэф. исп. сечений:

- для угловой колонны $K_{исп} = 0.679$, прочность обеспечена;
- для рядовой колонны $K_{исп} = 0.848$, прочность обеспечена.

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

Изм.	Кол.	Лист	№ до	Подп.	Дата

012021217-1-КР.Р

4.4 Расчет крепления плиты ROCKPANEL (Xtreme) (на смятие металлического листа сэндвич-панели)

Исходные данные:

Размеры плиты ROCKPANEL (Xtreme) 3,05x1,2 м.
Толщина металлического листа сэндвич-панели $t = 0,5$ мм.
Сталь: С235.
Нагрузка на плиту см. раздел 4.2 настоящего отчета.
Допущения для расчета на смятие:

- силы давления распределены по поверхности смятия равномерно;
- силы давления перпендикулярны поверхности смятия.

Шаг ригелей (Р-1) :1,8...2,2 м, Шаг крепления шпилек: 1,2м (по горизонтали)

Расчет шпильки d6:

$N_{bp} = R_{bp} \times d_b \times t_{сумм} \times \gamma_b \times \gamma_c$, где

$R_{bp} = 475$ МПа – расчетное сопротивление, принимаемое по табл. Г.6 [Н4]; $d_b = 0,006$ м – наружный диаметр стержня шпильки;

$t_{сумм} = 0,0005$ м – наименьшая суммарная толщина соединяемых элементов, сминаемых в одном направлении;

$\gamma_b \times \gamma_c$ – коэффициент условия работы болтового соединения (принимаем 0,8) и коэффициент условия работы соответственно (принимаем 1,0).

$N_{bp} = 47500 \times 0,006 \times 0,0005 \times 0,8 \times 1 = 0,114$ т;

$N = 3,05 \times 1,2 \times 0,022 = 0,081$ т;

$n = N / N_{b,min} = 0,081 / 0,114 = 0,7 \sim 1$ шт.

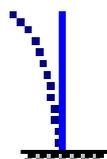
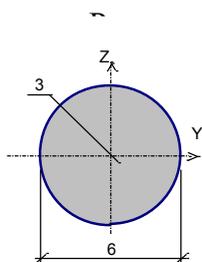
Расчет шпильки от действия вертикального усилия (длина консольного элемента по утеплителю 150 мм):

Вертикальное усилие: $N = 2,2 \times 1,2 \times 0,022 = 0,058$ т;

где 2.2 максимальное расстояние между ригелями Р-1;

1.2 – шаг шпилек; Нормативное значение нагрузки от плиты ROCKPANEL (Xtreme) принимаем равное $9,6$ кг/м². Расчетное значение $9,6 \times 1,2 = 11,5$ кг/м².

Изгибающий момент: $M = 0,15 \times 0,058 = 0,0087$ т*м



Длина элемента 0,15 м

Результаты расчета по заданным усилиям:

$N = 0$ Т

$M_y = 0,009$ Т*м

$Q_z = 0,058$ Т

$M_z = 0$ Т*м

$Q_y = 0$ Т

Результат расчета: коэффициент использования прочности при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов с учетом пластики = 0,667

Вывод: Шпильки в количестве 1 шт достаточно для крепления ROCKPANEL панели с шагом 1.2м. Количество шпилек подбирать из конструктивных соображений с соблюдением минимально допустимых расстояний (от грани плиты и между шпильками). Вертикальное перемещение шпильки ограничено смятием металлического листа сэндвич панели

Изм.	Кол.	Лист	№ до	Подп.	Дата	012021217-1-КР.Р	Лист
Изм.	Кол.	Лист	№ до	Подп.	Дата		

5. Расчет крепления ограждения парапетов кровли

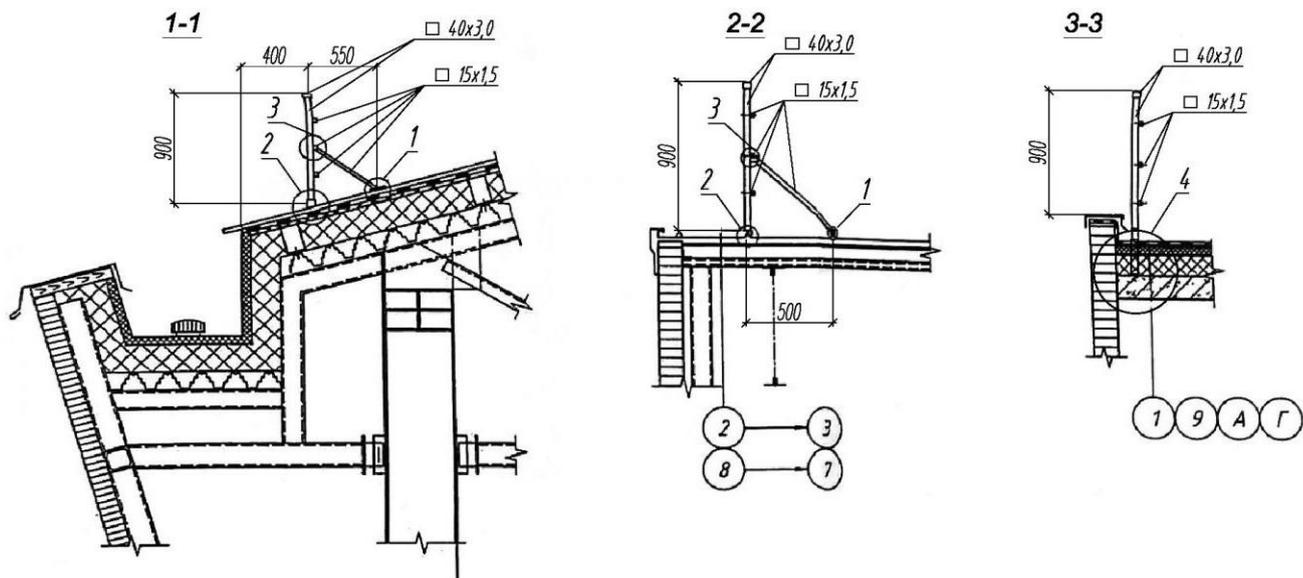
Исходные данные:

Ограждения парапетов кровли выполнены из стальной профильной трубы 40x40x3,0 и 15x15x1,5 по ГОСТ 32931-2015.

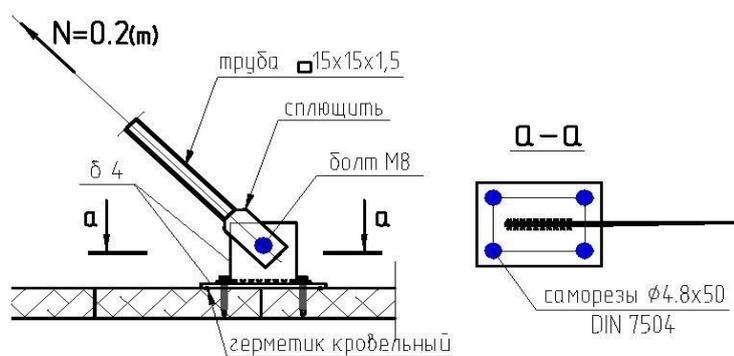
Раскосы выполнены из трубы 15x15x1,5 по ГОСТ 32931-2015.

Ограждение в осях 2-8 крепится через фальцевый стальной лист к деревянной сплошной обрешетке из доски 150x32 с помощью саморезов 4,8x19мм.

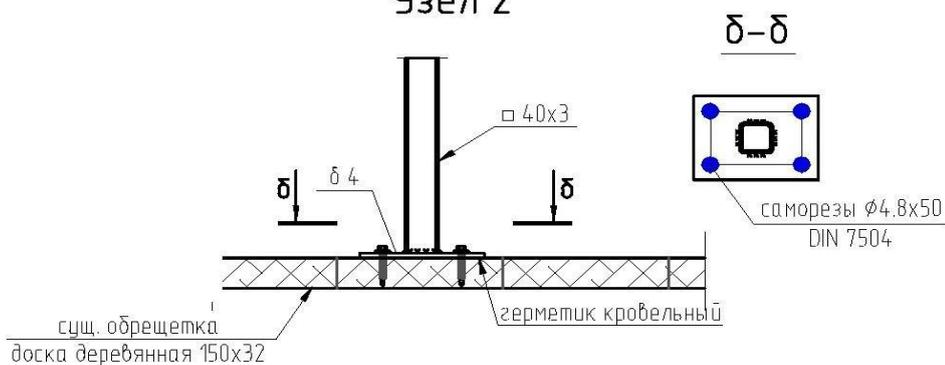
Ниже представлены узлы и подбор крепления (самореза)



Узел 1



Узел 2



Лист

012021217-1-КР.Р

32

Изм.	Кол.	Лист	Ндок	Подп.	Дата

Копировал

Формат А4

5.1 Расчет кровельных саморезов (по узлу 1, 2)

Таблица технических характеристик кровельных саморезов по стандарту DIN.



Технические данные	
Материал	Углеродистая сталь
Антикоррозионная защита	Цинковое хромированное покрытие
Лак	Наносится автомат. мин 60 мкм, подбор цвета по таблице цветов RAL.
Прокладка	Резина EPDM диэлектрическая, сталь

Технические параметры			
Код и размер (d _w x L _w)	Цвет	Способность просверливания (mm)	Количество в одной упаковке (шт)
WF – 4,8 x 19	Окрашенный	3,0	500
WFOC – 4,8 x 19	Оцинкованный	3,0	500
WFD – 4,8 x 35	Окрашенный	1,25	250
WFDOC – 4,8 x 35	Оцинкованный	1,25	250

Параметры прочности						
Код и размер	Минимальная толщина основания (mm)	Толщина приклеяемого стального профлиста (mm)	Характерная несущая способность на вырывание (kN)	Расчетная несущая способность на вырывание (kN)	Характерная несущая способность при срезающих нагрузках (kN)	Расчетная несущая способность при срезающих нагрузках (kN)
WF – 4,8 x 19	1,5	0,75	2,39	1,44	4,48	2,72
		1,00	2,39	1,44	4,52	2,74
		1,25	2,39	1,44	4,54	2,75
WFD – 4,8 x 35	30	0,75	3,91	2,40	2,78	1,68
		1,00	3,91	2,40	3,28	1,99
		1,25	3,91	2,40	3,86	2,34

Из таблицы следует:

- расчетная несущая способность на вырывание одного самореза - 240 кг, соответственно 4-х саморезов – 960 кг,

Расчетное усилие на вырывание (нагрузка) – 200 кг.

Вывод: коэф. использования несущей способности на вырывание = 0,208, прочность обеспечена

5.2 Расчет анкеров креплений ограждения (узел 3)

Крепление ограждений в осях 1-2 и 8-9 предусматривается к бетонному основанию покрытий помощью анкеров Д8.

с

Крепление ограждений в осях 1-2 и 8-9 предусматривается к бетонному основанию покрытий

вид соединения	марка	формула	D	A см ²	Rbs кг/см ²	Yc	Yb	ns по-верхн	Nb.т
срезное	5.8	$N_b = R_{bs} \cdot Y_b \cdot A \cdot n_s \cdot Y_c$	8	0.5024	2000	0.9	0.9	1	0.8

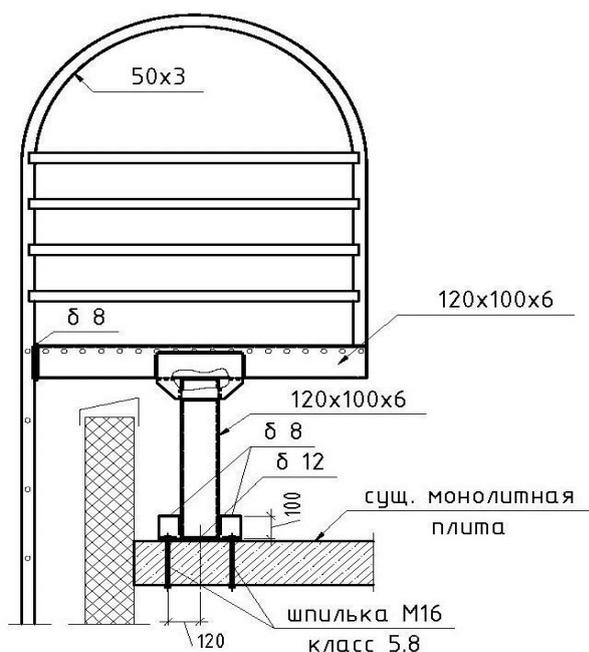
вид соединения		формула	db мм	Σt см	Rbp кг/см ²	Yc	Yb	Nb.т
смятие	C245	$N_b = R_{bp} \cdot Y_b \cdot db \cdot \Sigma t \cdot Y_c$	8	0.4	4350	0.9	0.9	1.1

Вывод: Прочность крепления ограждения посредством анкерных соединений обеспечена .

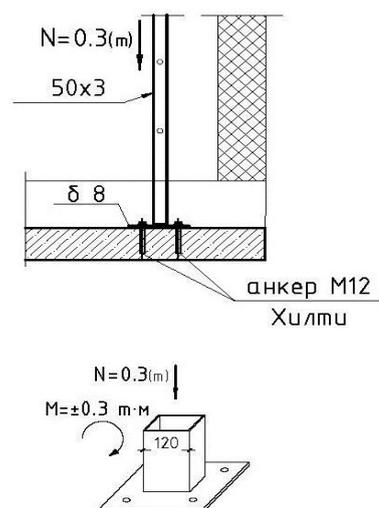
6. Расчет конструкций пожарных лестниц

Новые пожарные лестницы выполняются из стальной профильной трубы 60x40x4,0 и 50x50x3 по ГОСТ 32931-2015, стального уголка L50x50x5 по ГОСТ 8509-93, стальной полосы 4x40 и 6x40 по ГОСТ 103-2006, ступени выполнены из стального прутка Ø18мм по ГОСТ 2690-2006. Лестницы закреплены к фахверковым элементам с шагом 1800мм, дополнительно к существующим монолитным плитам перекрытия лестницы в осях В-Г/1 и Г/8-9 закрепляются в верхней зоне через опорную трубу 120x100x6 по ГОСТ 32931-2015, лестницы в осях В-Г/2 и Б/8 закреплены в нижней зоне через опорный элемент 50x50x3 по ГОСТ 32931-2015.

Узел 2
Дет. А



Узел 3
Дет. Б



Лист

012021217-1-КР.Р

34

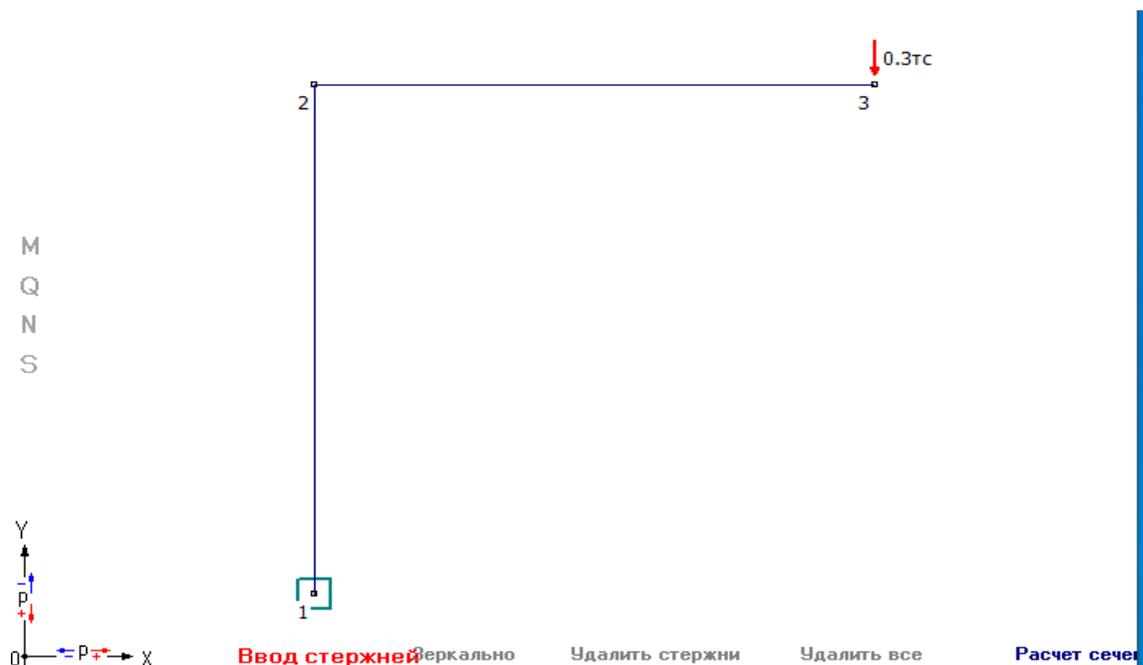
Изм.	Кол.	Лист	Ндок	Подп.	Дата

Копировал

Формат А4

6.1 Расчет пож. лестницы

6.1.1- Исходные данные:



Список узлов системы:

Номер узла,	Координаты X;Y (м)	Вертик. сила (тс)	Горизонт. сила (тс)	Тип опоры
1	X= 0; Y= 0	Py= 0.00	Px= 0	заделка
2	X= 0; Y= 0.8	Py= 0	Px= 0	свободный
3	X= 0.8; Y= 0.8	Py= 0.3	Px= 0	свободный

Список стержней системы:

Узлы (1,2)	Тип сечения (Состав, Поворот, b, см)	Профиль	Нагрузки (тс/м)	Шарниры	Материал
1, 2	Трубы прямоугольные ГОСТ 30245-94	120x80x6	qx=0, qy=0	Нет шарниров	Металл
2, 3	Трубы прямоугольные ГОСТ 30245-94	120x80x6	qx=0, qy=0	Нет шарниров	Металл

6.1.2. - Определение действующих усилий в элементах:

Усилия в стержнях:

1 узел, 2 узел	Mmin / Mmax (тс*м)	Qmin / Qmax (тс)	Nmin / Nmax (тс)
1, 2	-0.24 / -0.24	0 / 0	0.3 / 0.3
2, 3	-0.24 / 0	0.3 / 0.3	0 / 0

Лист

012021217-1-КР.Р

35

Изм. Кол. Лист Ндок Подп. Дата

Копировал

Формат А4

6.2. Проверка сечений элементов пожарной лестницы от действующих усилий

6.2.1. - Исходные данные:

Материал конструкции: Сталь

Длина элемента (L) 0.8 м

Коэффициент расчетной длины в плоскости рамы (изгиба) 1.0

Коэффициент расчетной длины из плоскости рамы (изгиба) 1.0

Коэффициент условий работы конструкции 1.0

Коэффициент надежности по назначению 1.0

6.2.2. – Действующие усилия в узле 3 (см. п.6.1) :

Нагрузки: $M_{pl} = -0.24 \text{ тс*м}$ $M_{xpl} = 0 \text{ тс*м}$ $Q_{pl} = 0.3 \text{ тс}$ $Q_{xpl} = 0 \text{ тс}$ $N = 0 \text{ тс}$

Сечение: Трубы прямоугольные ГОСТ 30245-94 N 120x80x6 $R_y = 2450 \text{ кг/см}^2$

Результаты расчета:

Коэффициент использования по прочности 0.14. Прочность обеспечена.

Коэффициент использования устойчивости 0.14. Принятого Принятого сечения достаточно

6.3.2. . – Действующие усилия в узле 3 (см. п.6.1) :

Нагрузки: $M_{pl} = -0.24 \text{ тс*м}$ $M_{xpl} = 0 \text{ тс*м}$ $Q_{pl} = 0 \text{ тс}$ $Q_{xpl} = 0 \text{ тс}$ $N = 0.3 \text{ тс}$

Сечение: Трубы прямоугольные ГОСТ 30245-94 N 120x80x6 $R_y = 2450 \text{ кг/см}^2$

Результаты расчета:

Коэффициент использования по прочности 0.14. Прочность обеспечена.

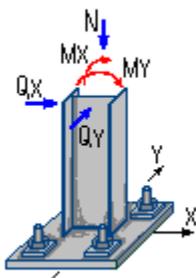
Коэффициент использования устойчивости в плоскости рамы 0.07, гибкости 0.1. Принятого Принятого сечения достаточно

Коэффициент использования устойчивости из плоскости рамы 0.14, гибкости 0.07. Принятого Принятого сечения достаточно

Вывод. По анализу результата расчета коэф. исп. сечения = 0,14, соответственно прочность обеспечена, принятых сечений достаточно.

6.4 Расчет опорного узла пожарной лестницы (узел 3)

6.4.1. - Исходные данные:



Сечение колонны: Трубы прямоугольные ГОСТ 30245-94
 Номер профиля: 120x80x6

Тип сопряжения - Жесткая заделка

Конструкция узла Простая

Сталь анкерных болтов С 345

Сталь плиты С 245

Геометрические характеристики конструкции:

Разнос ветвей (с) м

Размеры опорной плиты:

Длина плиты (h) 0.3 м

Ширина плиты (b) 0.2 м

Привязка анкерных болтов:

Вдоль оси X (Xb) 0.23 м

Вдоль оси Y (Yb) 0.15 м

Нагрузки для расчета плиты:

Вертикальная (N) 0.3 тс

Момент вокруг Y (My) 0.3 тс

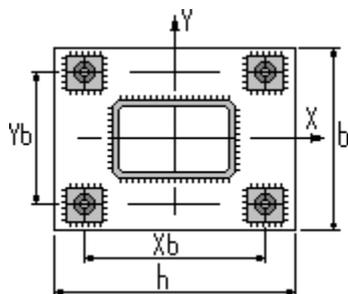
Нагрузки для расчета анкерных болтов:

Вертикальная (N) 0.3 тс

Момент вокруг Y (My) 0.3 тс

Момент вокруг X (Mx) 0 тс*м

6.4.1. - Результаты расчета:



Лист

012021217-1-КР.Р

39

Изм.	Кол.	Лист	Ндок	Подп.	Дата

Копировал

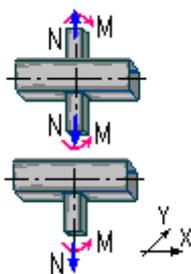
Формат А4

Требуемые по расчету сечения элементов:

Наименование	Величина	Ед. измерения
Толщина опорной плиты	10.96	мм
Максимальное давление под плитой	105	тс/м ²
Анкерные болты	4 D 10	мм

6.5 Расчет сварных соединений элементов пожарной лестницы

6.5.1. - Исходные данные:



Конструкция узла Т-образный

Геометрические характеристики конструкции:

Ширина пояса (В) 10 см

Высота пояса (h) 12 см

Толщина стенки пояса фермы (t) 6 мм

Катет вертикального шва (f1) 6 мм

Высота сечения раскоса (стойки) (d) 8 см

Ширина сечения раскоса (стойки) (db) 12 см

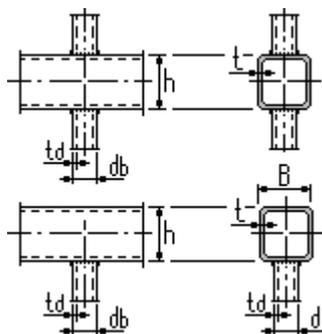
Толщина стенки раскоса (стойки) (td) 6 мм

Расчетная нагрузка на элемент:

Осевая в элементе (N) 0 тс

Момент в элементе (M) 0.3 тс

6.5.1. - Выводы:



Лист

012021217-1-КР.Р

40

Изм. Кол. Лист Ндок Подп. Дата

Копировал

Формат А4

Результаты расчета:

Наименование	Величина	Ед. измерения
Несущей способности пояса на продавливание	ДОСТАТОЧНО	K= 0.36
Проверки несущей способности стенки пояса	НЕ ТРЕБУЕТСЯ	
Несущей способности элемента решетки	ДОСТАТОЧНО	K= 0.19
Несущей способности сварного шва	ДОСТАТОЧНО	K= 0.22

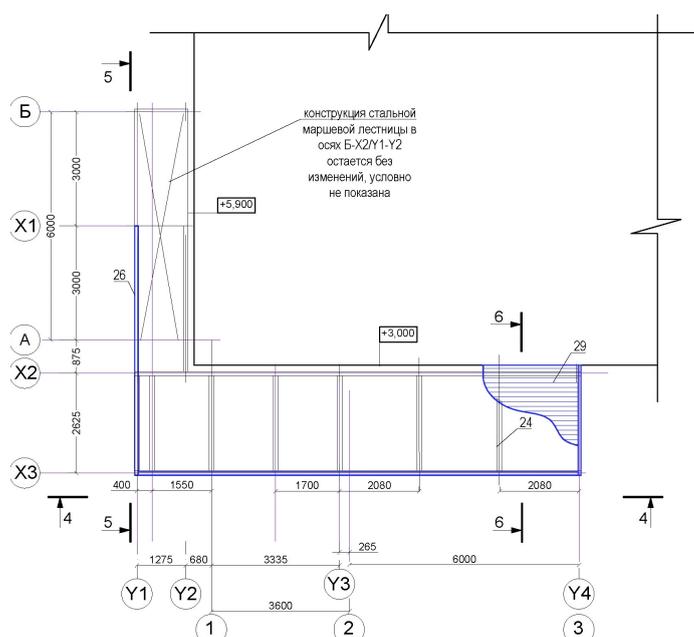
Вывод. По анализу результата расчета коэф. исп. = 0,36, соответственно прочность обеспечена, принятых сечений достаточно.

7. Расчет рамы навеса входной группы

Основные конструкции навеса: выполнены из стальных труб 152x5,0 по ГОСТ 10704-91, двутавра 25Б1 по ГОСТ Р 57837-2017, профлиста Н75-750-0,8 по ГОСТ 24045-2016.

Стойки навесов опираются на существующие отдельно-стоящие ж/б фундаменты из бетона класса В15, армированный стержнями из арматурного проката D10 и D12

Ниже рассматривает наиболее нагруженный элемент конструкции рамы навеса входной группы



7.1 Расчет рамы навеса входной группы:

7.1.1 - Исходные данные:

Конструкция рассматривается как отдельностоящая, узлы крепления к сущ. зданию отсутствуют.

Нагрузки и воздействия:

В РСН-1 входят следующие нагрузки

- собственный вес;
- снеговая;
- постоянные нагрузки.
- ветровая.

Лист

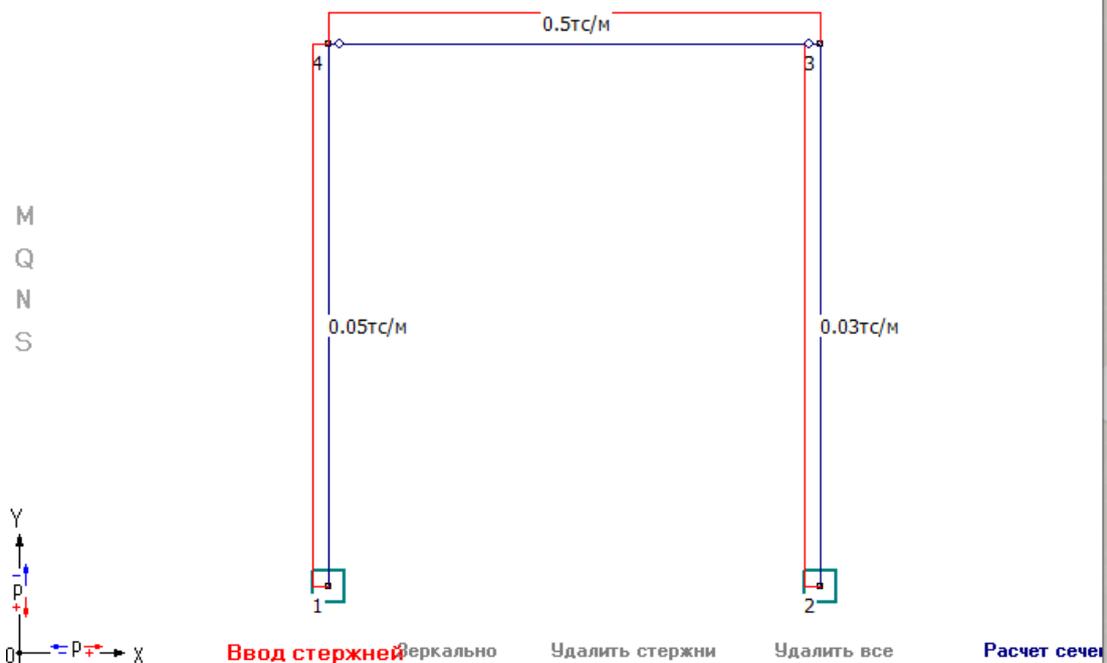
012021217-1-КР.Р

41

Изм.	Кол.	Лист	Ндок	Подп.	Дата

Копировал

Формат А4



Список узлов системы:

Номер узла,	Координаты X;Y (м)	Вертик. сила (тс)	Горизонт. сила (тс)	Тип опоры
1	X= 0; Y= 0	$P_y= 0.00$	$P_x= 0$	заделка
2	X= 2.63; Y= 0	$P_y= 0.00$	$P_x= 0$	заделка
3	X= 2.63; Y= 3	$P_y= 0$	$P_x= 0$	свободный
4	X= 0; Y= 3	$P_y= 0$	$P_x= 0$	свободный

Список стержней системы:

Узлы (1,2)	Тип сечения (Состав, Поворот, b, см)	Профиль	Нагрузки (тс/м)	Шарниры	Материал
1, 4	Трубы круглые ГОСТ 10704-91	152x5	$q_x=0.05, q_y=0$	Нет шарниров	Металл
2, 3	Трубы круглые ГОСТ 10704-91	152x5	$q_x=0.03, q_y=0$	Нет шарниров	Металл
4, 3	Двутавр (Б) СТО АСЧМ 20- 93	25Б1	$q_x=0, q_y=0.5$	2 шарнира	Металл

7.1.2. – Результаты расчета:

1 узел, 2 узел	Mmin / Mmax (тс*м)	Qmin / Qmax (тс)	Nmin / Nmax (тс)
1, 4	-0.19 / 0	-0.01 / 0.14	0.68 / 0.68
2, 3	-0.17 / 0	0.01 / 0.1	0.68 / 0.68
4, 3	0 / 0.46	-0.68 / 0.68	0.01 / 0.01

Изм.	Кол.	Лист	Ндок	Подп.	Дата

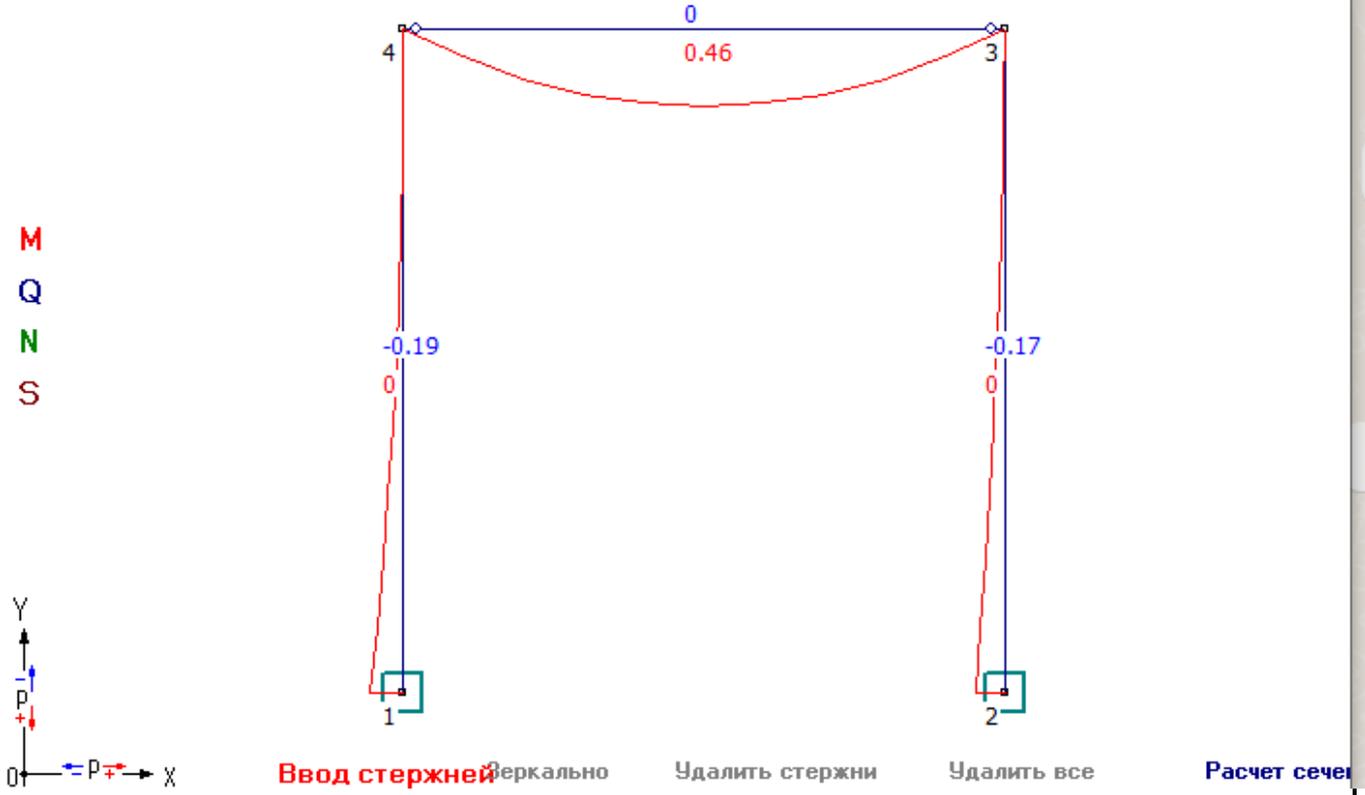
012021217-1-КР.Р

Лист

42

Усилия в местах сопряжения стержней:

1 узел, 2 узел	Усилия в 1 узле M; Q; N (тс и м)	Усилия во 2 узле M; Q; N (тс и м)
1, 4	-0.19; 0.14; 0.68	0; -0.01; 0.68
2, 3	-0.17; 0.1; 0.68	0; 0.01; 0.68
4, 3	0; 0.68; 0.01	0; -0.68; 0.01

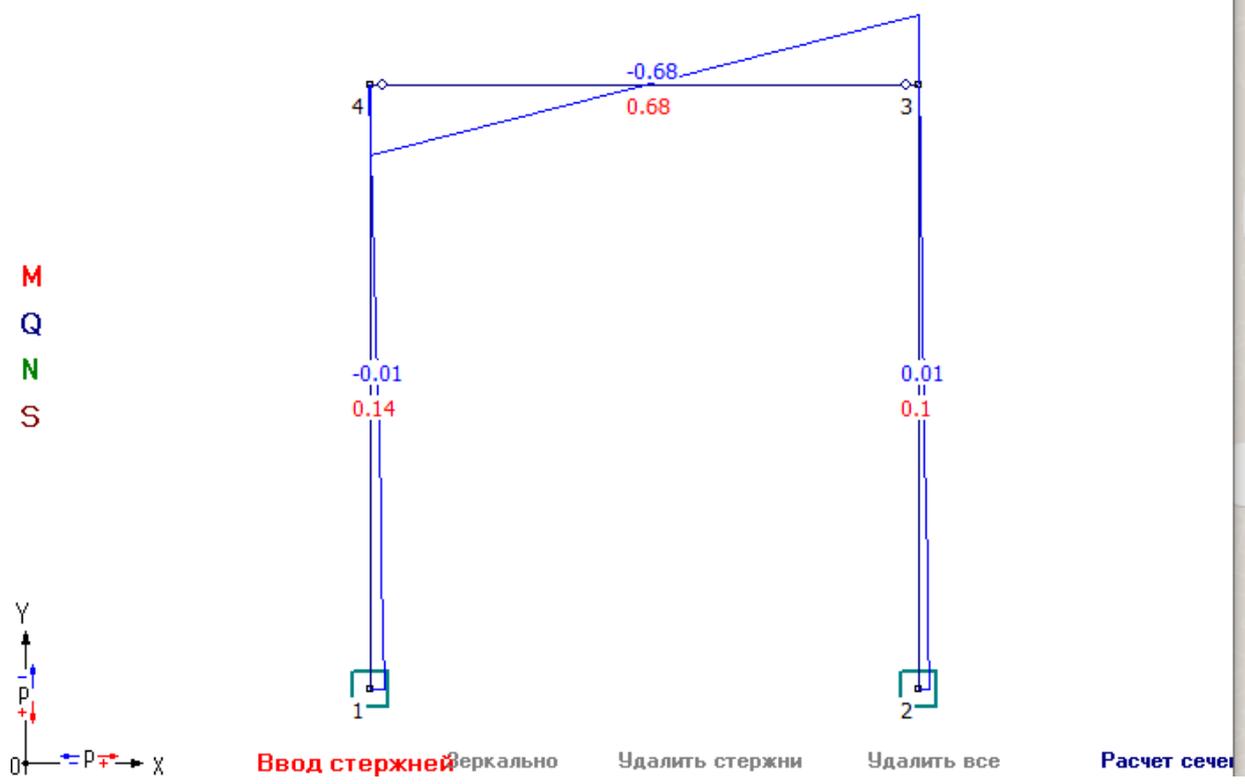


Эпюра моментов в элементах системы

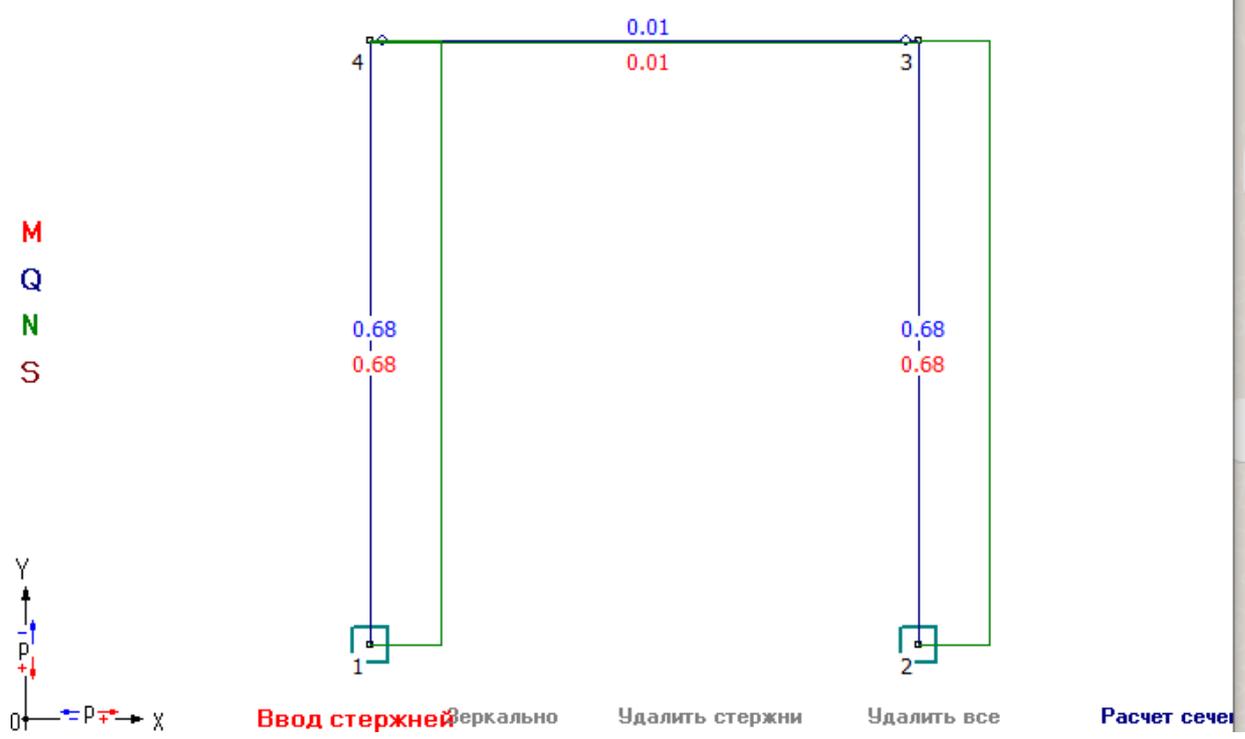
Изм.	Кол.	Лист	Ндок	Подп.	Дата

012021217-1-КР.Р

Лист
43



Эпюра поперечных сил в элементах системы

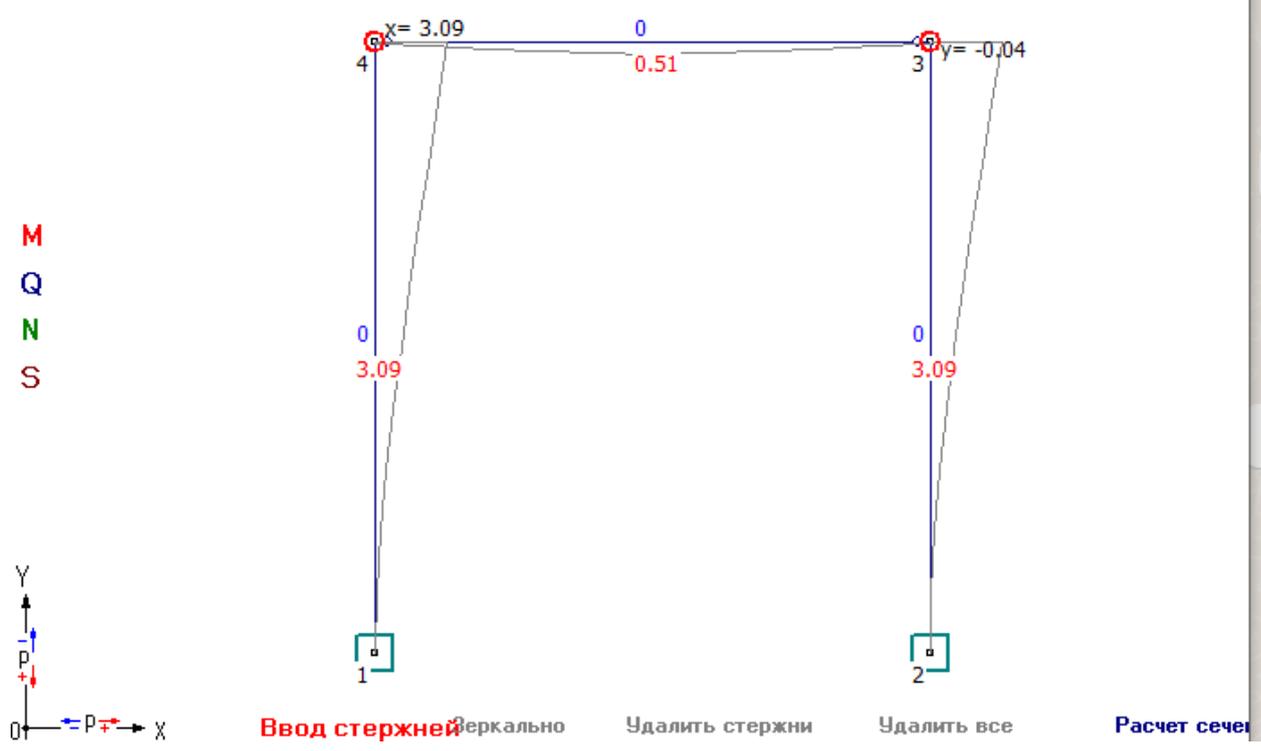


Эпюра продольных сил в элементах системы

Изм.	Кол.	Лист	Ндок	Подп.	Дата

012021217-1-КР.Р

Лист
44



Эпюра перемещений в элементах системы

Максимальное перемещение вдоль оси X в узле 4 = 3.089 мм
 Максимальное перемещение вдоль оси Y в узле 3 = 0.042 мм
 Максимальный прогиб элемента в пролете = 3.089 мм

Изм.	Кол.	Лист	Ндок	Подп.	Дата

012021217-1-КР.Р

Лист
45

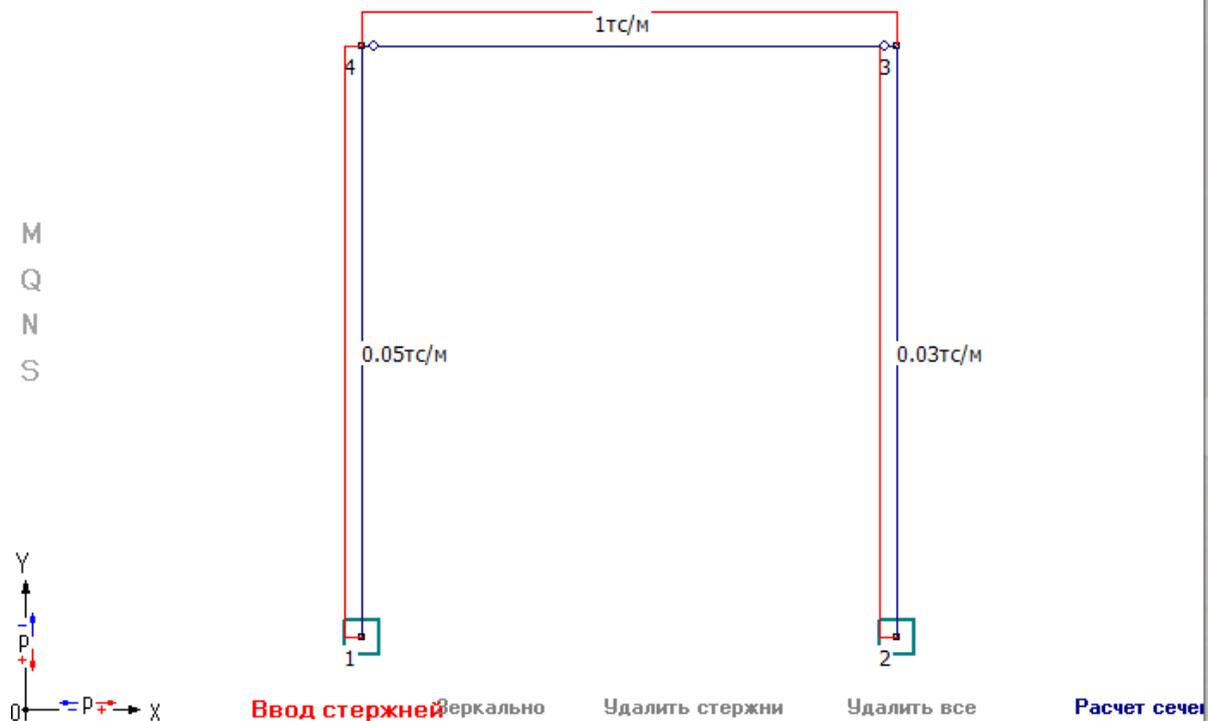
7.2 Результаты расчета рамы навеса с учетом снегового мешка.

В РСН-2 входят :

- собственный вес;
- снеговая (повышенная);
- постоянные нагрузки;
- ветровая;

Расчет плоской рамы по РСН-2

7.2.1. - Исходные данные:



Номер узла,	Координаты X;Y (м)	Вертик. сила (тс)	Горизонт. сила (тс)	Тип опоры
1	X= 0; Y= 0	Р _y = 0.00	Р _x = 0	заделка
2	X= 2.63; Y= 0	Р _y = 0.00	Р _x = 0	заделка
3	X= 2.63; Y= 3	Р _y = 0	Р _x = 0	свободный
4	X= 0; Y= 3	Р _y = 0	Р _x = 0	свободный

Список стержней системы:

Узлы (1,2)	Тип сечения (Состав, Поворот, b, см)	Профиль	Нагрузки (тс/м)	Шарниры	Материал
1, 4	Трубы круглые ГОСТ 10704-91	152x5	q _x =0.05, q _y =0	Нет шарниров	Металл
2, 3	Трубы круглые ГОСТ 10704-91	152x5	q _x =0.03, q _y =0	Нет шарниров	Металл
4, 3	Двутавр (Б) СТО АСЧМ 20-93	25Б1	q _x =0, q _y =1	2 шарнира	Металл

Изм.	Кол.	Лист	Ндок	Подп.	Дата

012021217-1-КР.Р

Лист

46

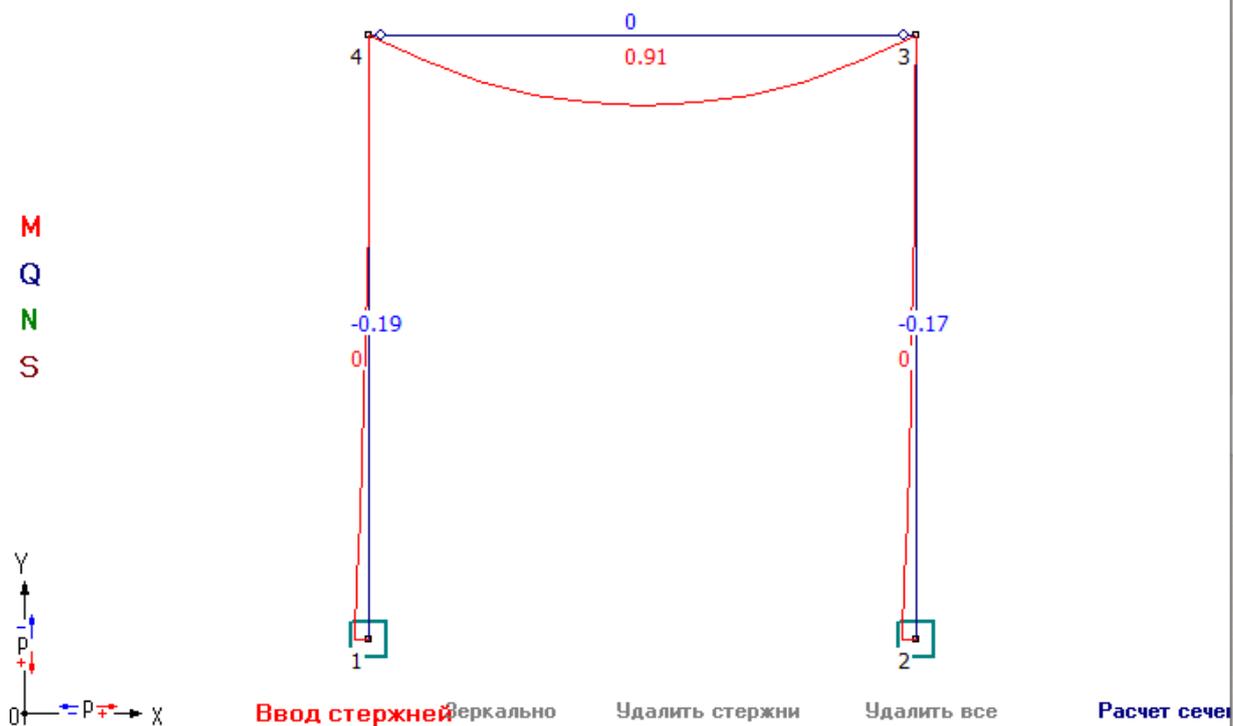
7.2.2. – Результаты расчета:

Усилия в стержнях:

1 узел, 2 узел	Mmin / Mmax (тс*м)	Qmin / Qmax (тс)	Nmin / Nmax (тс)
1, 4	-0.19 / 0	-0.01 / 0.14	1.35 / 1.35
2, 3	-0.17 / 0	0.01 / 0.1	1.35 / 1.35
4, 3	0 / 0.91	-1.35 / 1.35	0.01 / 0.01

Усилия в местах сопряжения стержней:

1 узел, 2 узел	Усилия в 1 узле M; Q; N (тс и м)	Усилия во 2 узле M; Q; N (тс и м)
1, 4	-0.19; 0.14; 1.35	0; -0.01; 1.35
2, 3	-0.17; 0.1; 1.35	0; 0.01; 1.35
4, 3	0; 1.35; 0.01	0; -1.35; 0.01



Эпюра моментов в элементах системы

Изм.	Кол.	Лист	Ндок	Подп.	Дата

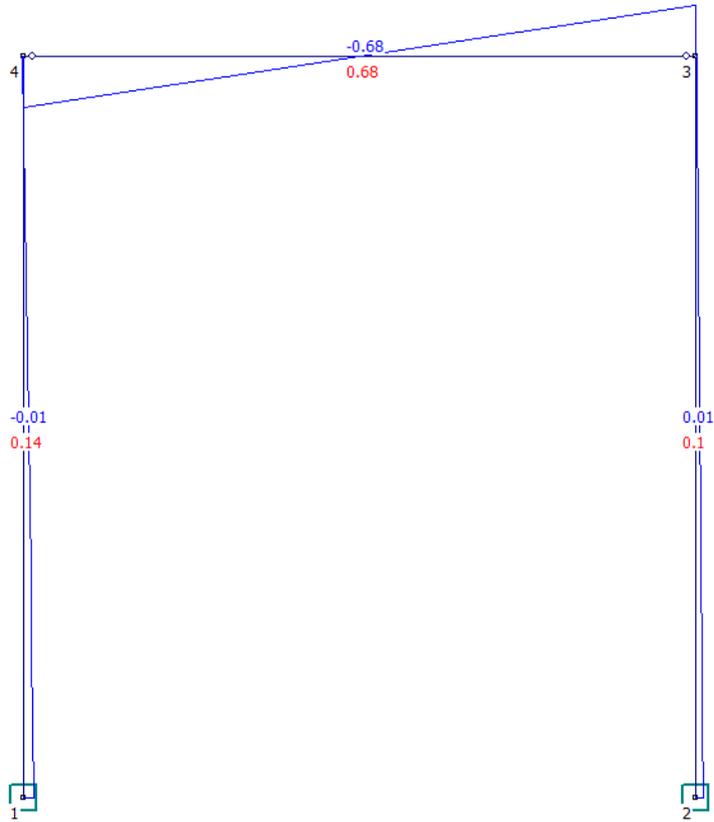
012021217-1-КР.Р

Лист

47

M
Q
N
S

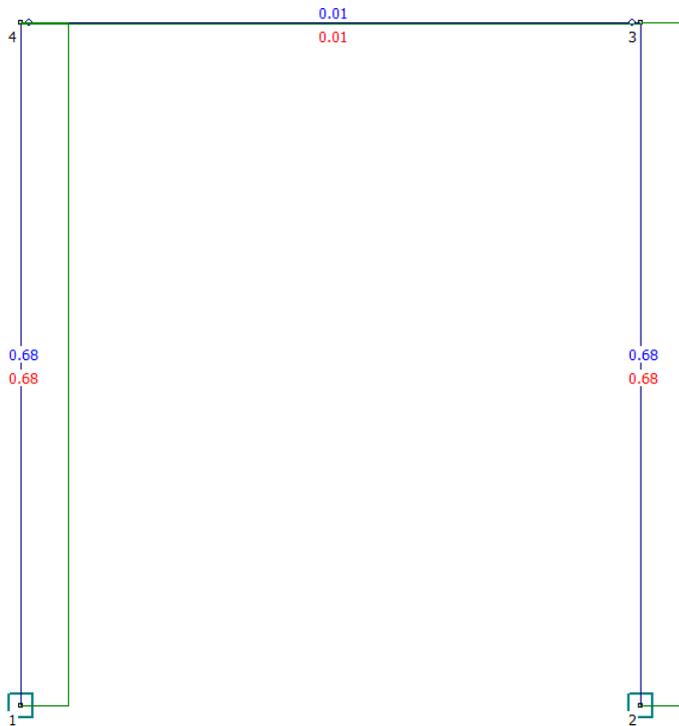
Y
↑
P
↓



Эпюра поперечных сил в элементах системы

M
Q
N
S

Y
↑
P
↓

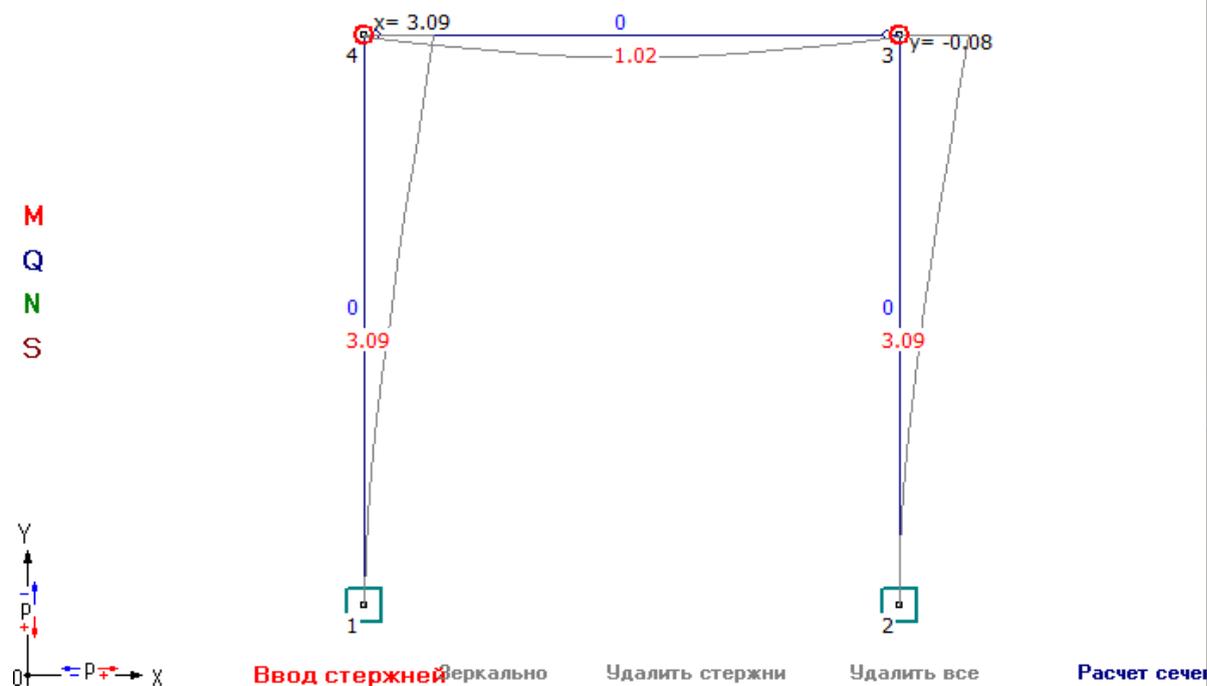


Эпюра продольных сил в элементах системы

Изм.	Кол.	Лист	Ндок	Подп.	Дата

012021217-1-КР.Р

Лист
48



Эпюра перемещений в элементах системы

Максимальное перемещение вдоль оси X в узле 4 = 3.089 мм

Максимальное перемещение вдоль оси Y в узле 3 = 0.084 мм

Максимальный прогиб элемента в пролете = 3.089 мм

7.3. Проверка сечений элементов навеса

7.3.1. – Проверка сечения стойки навеса:

Исходные данные:

Материал конструкции: Сталь

Длина элемента (L) 3 м

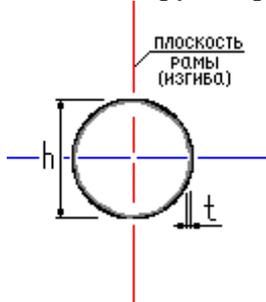
Коэффициент расчетной длины в плоскости рамы (изгиба) 1.2

Коэффициент расчетной длины из плоскости рамы (изгиба) 1.0

Коэффициент условий работы конструкции 1.0

Коэффициент надежности по назначению 1.0

Сечение: Трубы круглые ГОСТ 10704-91 N 152x5 $R_y = 2350$ кг/см²



Действующие усилия в элементе:

Усилия: $M_{р1} = -0.19 \text{ тс*м}$ $M_{хр1} = 0 \text{ тс*м}$ $Q_{р1} = 0.14 \text{ тс}$ $Q_{хр1} = 0 \text{ тс}$ $N = 0.68 \text{ тс}$

Результаты расчета:

Коэффициент использования по прочности 0.11. Прочность обеспечена

Коэффициент использования устойчивости в плоскости рамы = 0.11, гибкости 0.39. Принятого сечения достаточно.

Коэффициент использования устойчивости из плоскости рамы = 0.01, гибкости 0.32. Принятого сечения достаточно.

7.4. Проверка сечения балки навеса**Исходные данные:**

Материал конструкции: Сталь

Длина элемента (L) 2.63 м

Коэффициент расчетной длины в плоскости рамы (изгиба) 1.0

Коэффициент расчетной длины из плоскости рамы (изгиба) 1.0

Коэффициент условий работы конструкции 1.0

Коэффициент надежности по назначению 1.0

Сечение: Двутавр (Б) СТО АСЧМ 20-93 N 25Б1 $R_y = 2450 \text{ кг/см}^2$

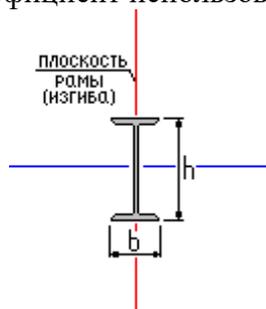
Действующие усилия в элементе:

$M_{р1} = 0.46 \text{ тс*м}$ $M_{хр1} = 0 \text{ тс*м}$ $Q_{р1} = 0.68 \text{ тс}$ $Q_{хр1} = 0 \text{ тс}$ $N = 0.01 \text{ тс}$

Результаты расчета:

Коэффициент использования по прочности 0.07. Прочность обеспечена

Коэффициент использования устойчивости 0.07. Принятого сечения достаточно.



Выводы: прочность балки обеспечена

Лист

012021217-1-КР.Р

50

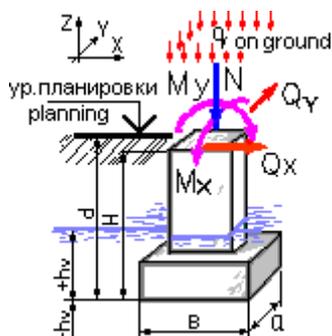
Изм.	Кол.	Лист	Ндок	Подп.	Дата

7.5 Результаты расчета фундамента под стойку

Тип фундамента

Столбчатый на естественном основании

7.5.1. - Исходные данные:



Тип грунта в основании фундамента

Насыпные песчаные, со строительным мусором, возраст 10 и более лет, плотные

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

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

Объемный вес грунта (G) 1.5 тс/м³

Угол внутреннего трения (Fi) 30 °

Удельное сцепление грунта (C) 0 тс/м²

Уровень грунтовых вод (Hv) 1 м

Высота фундамента (H) 3,15 м

Размеры подошвы фундамента $b=1$ м, $a=1$ м

Глубина заложения фундамента от уровня планировки (без подвала) (d) 3.15 м

Усредненный коэффициент надежности по нагрузке 1.15

Лист

012021217-1-КР.Р

51

Изм.	Кол.	Лист	Ндок	Подп.	Дата

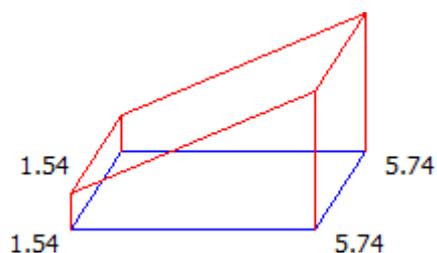
Копировал

Формат А4

Расчетные нагрузки:

Наименование	Величина	Ед. измерения	Примечания
N	1	тс	
My	0.2	тс*м	
Qx	0.15	тс	
Mx	0	тс*м	
Qy	0	тс	
q	0	тс/м2	

7.5.2. - Выводы:



По расчету по деформациям коэффициент использования $K = 0.59$ (краевое давление)

Расчетное сопротивление грунта основания 8.04 тс/м^2

Максимальное напряжение в расчетном слое грунта в основном сочетании 5.74 тс/м^2

Минимальное напряжение в расчетном слое грунта в основном сочетании 1.54 тс/м^2

Расчетные моменты на уровне подошвы фундамента: $M_x = 0 \text{ тс*м}$, $M_y = 0.4 \text{ тс*м}$

7.6. Расчет балки навеса с пролетом 6м

Снег. Здания с перепадом высот.

Расчет выполнен по нормам проектирования "СП 20.13330.2011"



Параметр	Значение	Единицы измерения
Местность		
Нормативное значение снеговой нагрузки	0.15	Т/м ²
Тип местности	В - Городские территории, лесные массивы и другие местности, равномерно покрытые препятствиями высотой более 10 м	
Средняя скорость ветра зи-	5	м/сек

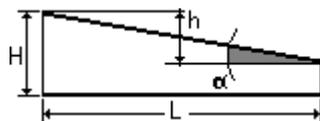
Изм.	Кол.	Лист	Ндок	Подп.	Дата

012021217-1-КР.Р

Лист

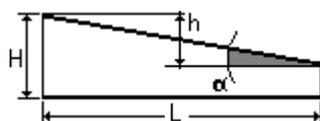
52

Параметр	Значение	Единицы измерения
мой		
Средняя температура января	-20	°C



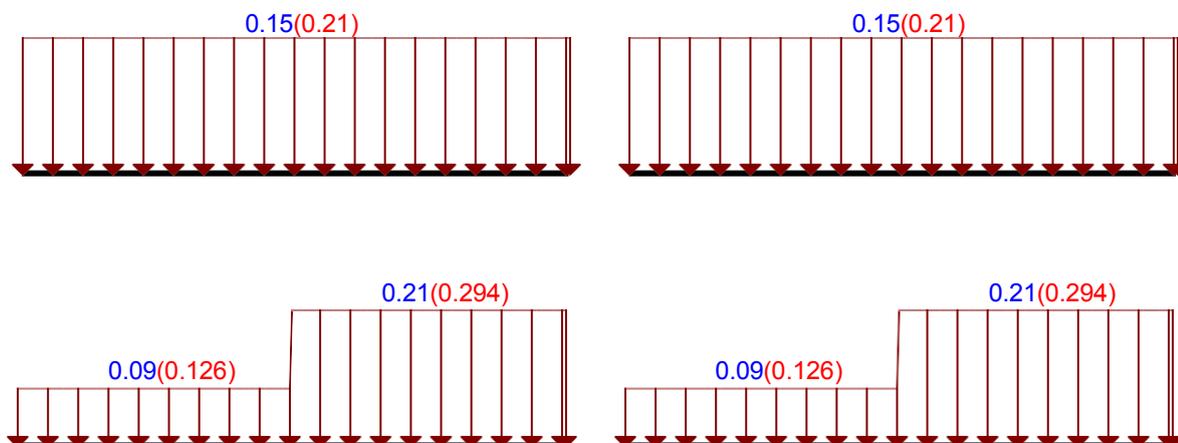
Высота здания Н	10	м
Ширина здания В	18	м
h	8.111	м
α	10	град
L	46	м
Неутепленная конструкция с повышенным тепловыделением	Нет	
Коэффициент надежности по нагрузке γ_f	1.4	

Правое здание



Высота здания Н	3	м
Ширина здания В	10	м
h	0	м
α	0	град
L	2	м
Неутепленная конструкция с повышенным тепловыделением	Нет	
Коэффициент надежности по нагрузке γ_f	1.4	

Перепад высот	0	м
---------------	---	---



Единицы измерения : Т/м²

Изм.	Кол.	Лист	Ндок	Подп.	Дата

012021217-1-КР.Р

Лист

53

 Расчетное значение (II предельное состояние)

 Расчетное значение (I предельное состояние)

Отчет сформирован 2022.08.01 03:02:16 (UTC+03:00) программой ВеСТ (64-бит), версия: 21.1.9.7 от 23.06.2020

Балки

Расчет выполнен по СП 16.13330.2011

Общие характеристики

Сталь:

с расчетным сопротивлением по временному сопротивлению $R_u=38735.984 \text{ Т/м}^2$

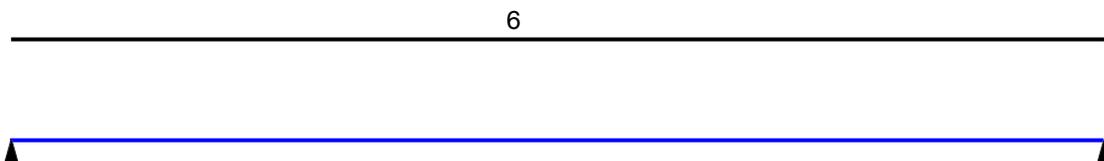
с расчетным сопротивлением по пределу текучести $R_y=27522.936 \text{ Т/м}^2$

Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1$

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		

Сплошное закрепление сжатых элементов сечения из плоскости изгиба

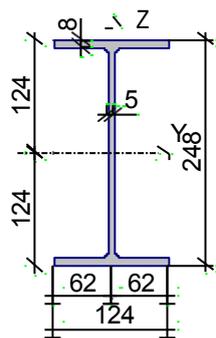
Изм.	Кол.	Лист	Ндок	Подп.	Дата

012021217-1-КР.Р

Лист

54

Сечение



Профиль: Двутавр нормальный (Б) по СТО АСЧМ 20-93 25Б1

Геометрические характеристики

	Параметр	Значение	Единица измерения
A	Площадь поперечного сечения	32.68	см ²
A _{v,y}	Условная площадь среза вдоль оси U	13.814	см ²
A _{v,z}	Условная площадь среза вдоль оси V	11.407	см ²
<input type="checkbox"/>	Угол наклона главных осей инерции	0	град
I _y	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	3537	см ⁴
I _z	Момент инерции относительно центральной оси Z1 параллельной оси Z	254.8	см ⁴
I _t	Момент инерции при свободном кручении	6.689	см ⁴
I _w	Секториальный момент инерции	36691.202	см ⁶
i _y	Радиус инерции относительно оси Y1	10.403	см
i _z	Радиус инерции относительно оси Z1	2.792	см
Y _s	Расстояние между центром тяжести и центром сдвига вдоль оси Y	0	см
Z _s	Расстояние между центром тяжести и центром сдвига вдоль оси Z	0	см
W _{u+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси U	285.242	см ³
W _{u-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси U	285.242	см ³
W _{v+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	41.097	см ³
W _{v-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси V	41.097	см ³
W _{pl,u}	Пластический момент сопротивления относительно оси U	319.368	см ³
W _{pl,v}	Пластический момент сопротивления относительно	63.594	см ³

Лист

012021217-1-КР.Р

55

Изм.	Кол.	Лист	Ндок	Подп.	Дата

	Параметр	Значение	Единица измерения
v	оси V		
I_u	Максимальный момент инерции	3537	см ⁴
I_v	Минимальный момент инерции	254.8	см ⁴
i_u	Максимальный радиус инерции	10.403	см
i_v	Минимальный радиус инерции	2.792	см
a_{u+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)	1.258	см
a_{u-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)	1.258	см
a_{v+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V)	8.728	см
a_{v-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)	8.728	см
P	Периметр	96.14	см
M	Масса 1 м	25.654	кг

Загружение 1 - постоянное

Тип нагрузки	Величина		Коэффициент включения собственного веса
 ↓	0.026	Т/м	1.05
длина = 6 м			
	0.1	Т/м	

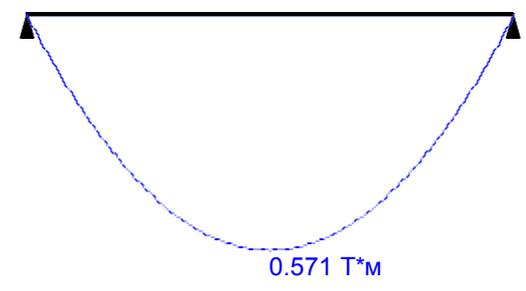
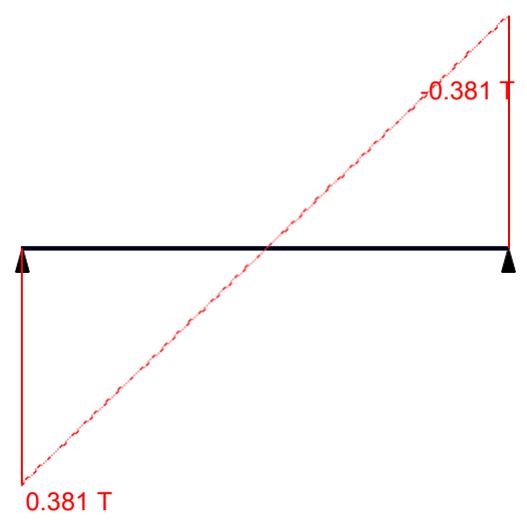
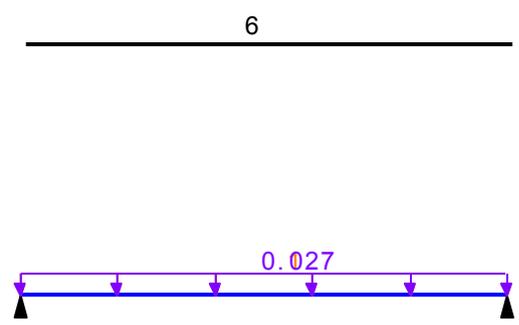
Изм.	Кол.	Лист	Ндок	Подп.	Дата

012021217-1-КР.Р

Лист

56

Загружение 1 - постоянное
 Коэффициент надежности по нагрузке: 1.1
 Пояс, к которому приложена нагрузка: верхний



Загружение 2 - снеговое

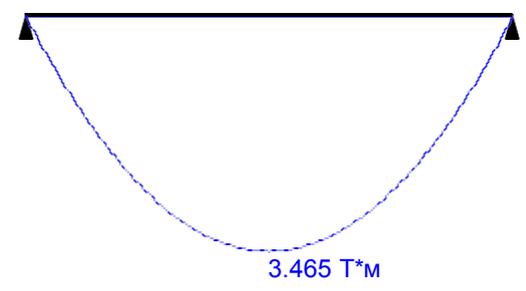
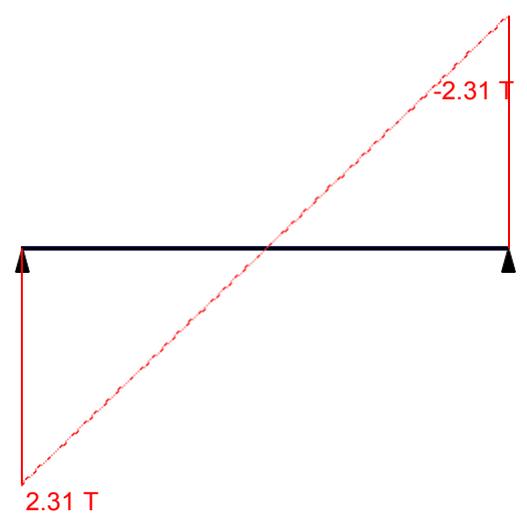
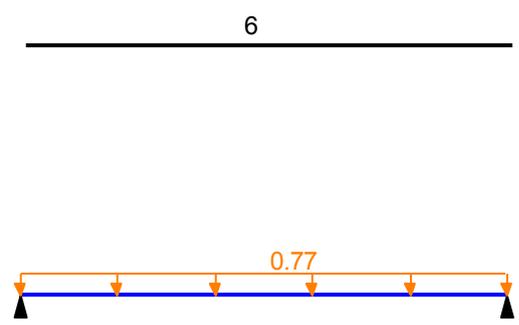
Тип нагрузки	Величина	Коэффициент включения собственного веса
длина = 6 м		
	0.77	T/м

Изм.	Кол.	Лист	Ндок	Подп.	Дата

012021217-1-КР.Р

Лист
57

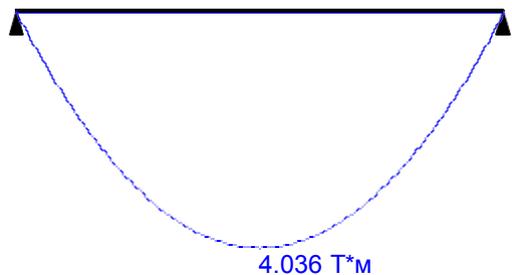
Загрузка 2 - снеговое
Коэффициент надежности по нагрузке: 1.4
Пояс, к которому приложена нагрузка: верхний



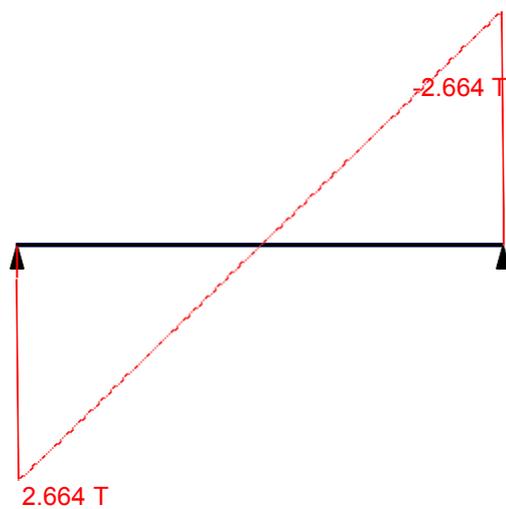
Изм.	Кол.	Лист	Ндок	Подп.	Дата

012021217-1-КР.Р

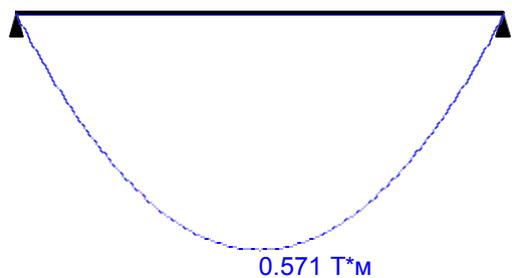
Лист
58

Огибающая величин M_{max} по значениям расчетных нагрузок

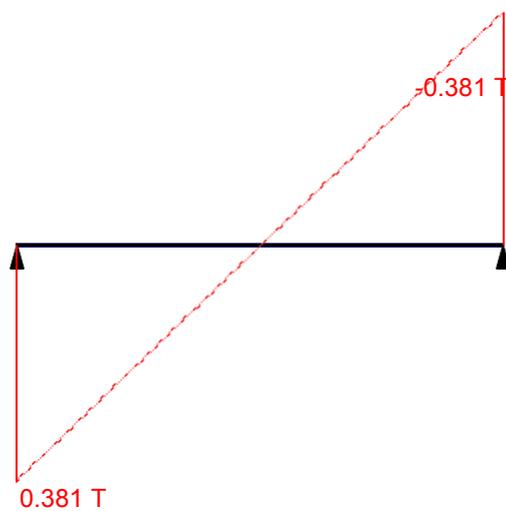
Максимальный изгибающий момент



Перерезывающая сила, соответствующая максимальному изгибающему моменту

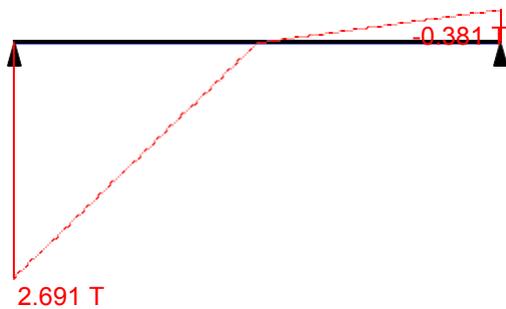
Огибающая величин M_{min} по значениям расчетных нагрузок

Минимальный изгибающий момент

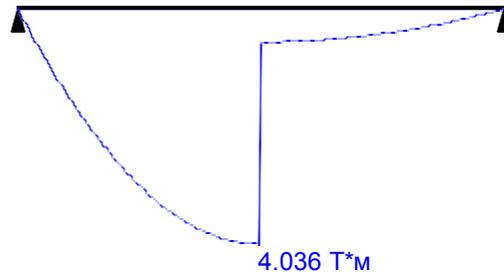


Перерезывающая сила, соответствующая минимальному

Огибающая величин Q_{max} по значениям расчетных нагрузок

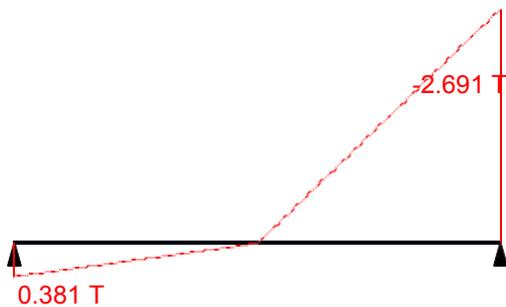


Максимальная перерезывающая сила

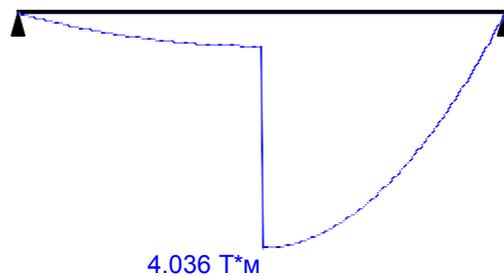


Изгибающий момент, соответствующий максимальной перерезывающей силе

Огибающая величин Q_{min} по значениям расчетных нагрузок



Минимальная перерезывающая сила



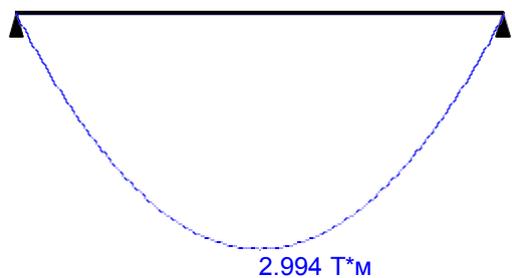
Изгибающий момент, соответствующий минимальной перерезывающей силе

Изм.	Кол.	Лист	Ндок	Подп.	Дата

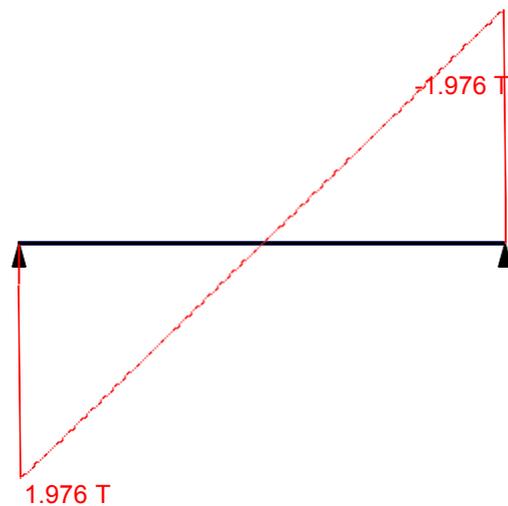
012021217-1-КР.Р

Лист

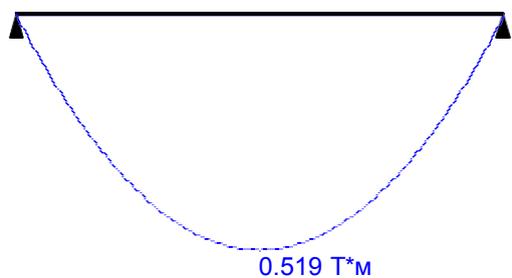
60

Огибающая величин M_{max} по значениям нормативных нагрузок

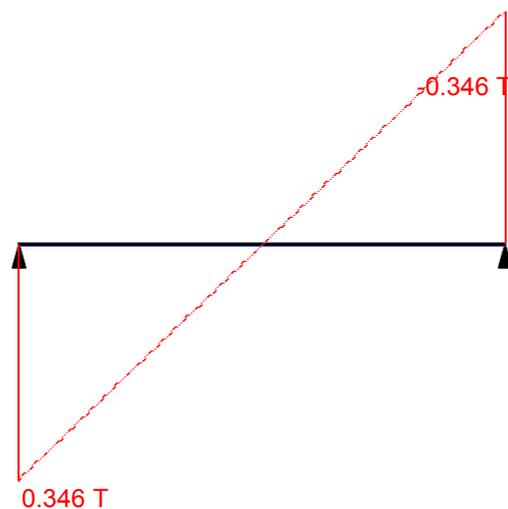
Максимальный изгибающий момент



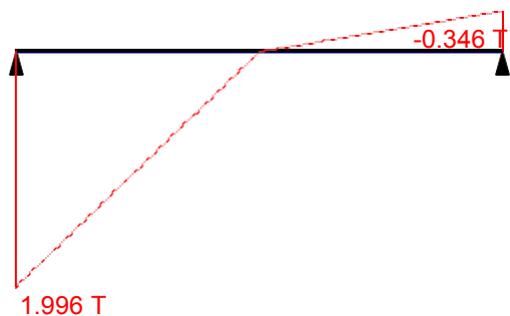
Перерезывающая сила, соответствующая максимальному изгибающему моменту

Огибающая величин M_{min} по значениям нормативных нагрузок

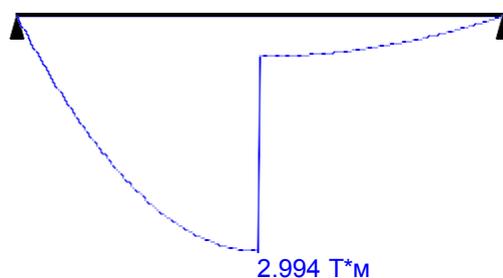
Минимальный изгибающий момент



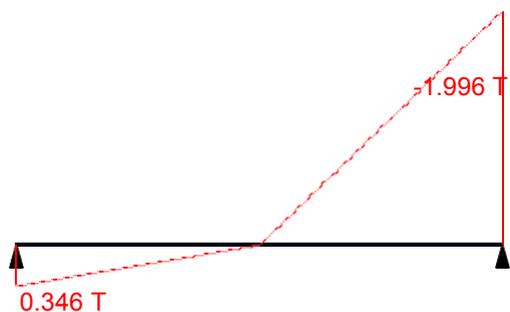
Перерезывающая сила, соответствующая минимальному

Огибающая величин Q_{max} по значениям нормативных нагрузок

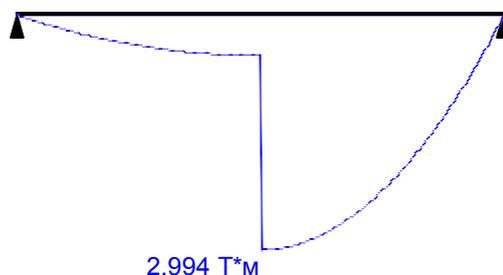
Максимальная перерезывающая сила



Изгибающий момент, соответствующий максимальной перерезывающей силе

Огибающая величин Q_{min} по значениям нормативных нагрузок

Минимальная перерезывающая сила



Изгибающий момент, соответствующий минимальной

	Опорные реакции	
	Сила в опоре 1	Сила в опоре 2
	Т	Т
по критерию M_{max}	0.381	0.381
по критерию M_{min}	0.381	0.381
по критерию Q_{max}	2.691	0.381
по критерию Q_{min}	0.381	2.691

Лист

012021217-1-КР.Р

62

Изм.	Кол.	Лист	Ндок	Подп.	Дата

Копировал

Формат А4

Результаты расчета

Проверено по СНиП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы	0.148
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента	0.514
п. 8.4.1	Устойчивость плоской формы изгиба при действии момента	0.514
п. 8.2.1	Прочность по приведенным напряжениям при одновременном действии изгибающего момента и поперечной силы	0.375
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
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	0.308

Вывод: Коэффициент использования 0.514 - Прочность при действии изгибающего момента обеспечена

Лист

012021217-1-КР.Р

63

Изм.	Кол.	Лист	Ндок	Подп.	Дата

8. Расчет рамы фахверка

Проверка сечения заменяемой рамы фахверка в осях А-Г/9 – см. рис. 8.1.1.(показано красным).
Сечение: ригель- профильная труба 160x160x5

8.1.1- Исходные данные:

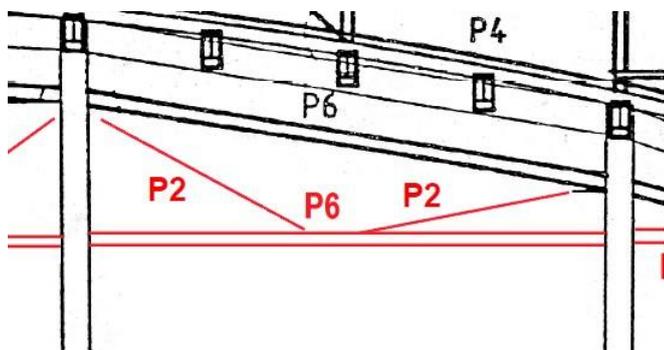


Рис. 8.1.1. Схема устраиваемой рамы фахверка

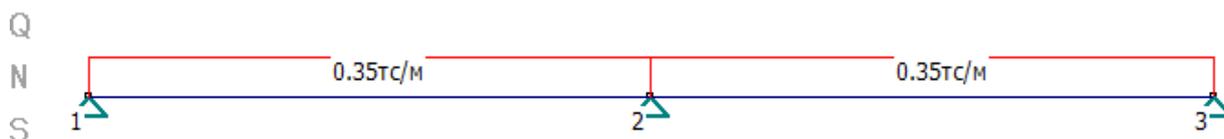
Принятые нагрузки:

Вес витража – 70кг/м²

Высота витража – 5м.

Распределенная нагрузка на устраиваемую раму $5 \times 70 = 350$ кг/м.п. (нагрузка от витражей воспринимается ригелем Р6 (в запас)).

Расчетная схема ригеля Р6:



Номер узла,	Координаты X;Y (м)	Вертик. сила (тс)	Горизонт. сила (тс)	Тип опоры
1	X= 0; Y= 0	Р _y = 0.00	Р _x = 0	шарнир
2	X= 3; Y= 0	Р _y = 0.00	Р _x = 0	шарнир
3	X= 6; Y= 0	Р _y = 0.00	Р _x = 0	шарнир

Список стержней системы:

Узлы (1,2)	Тип сечения (Состав, Поворот, b, см)	Профиль	Нагрузки (тс/м)	Шарниры	Материал
1, 2	Трубы квадратные ГОСТ 30245-2003	160x5	q _x =0, q _y =0.35	Нет шарниров	Металл
2, 3	Трубы квадратные ГОСТ 30245-2003	160x5	q _x =0, q _y =0.35	Нет шарниров	Металл

Изм.	Кол.	Лист	Ндок	Подп.	Дата

012021217-1-КР.Р

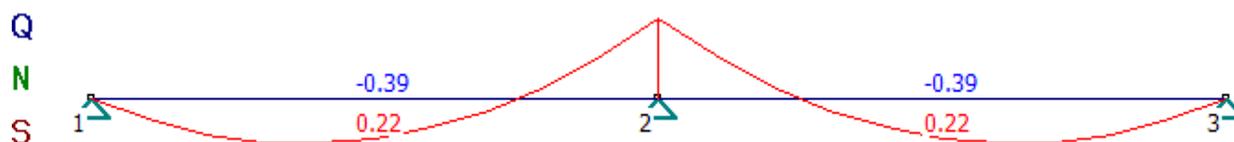
Лист

64

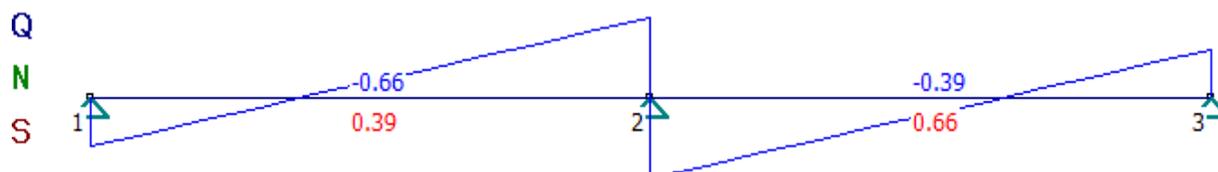
8.1.2. - Определение действующих усилий в элементе (ригель Р6):

Усилия в стержнях:

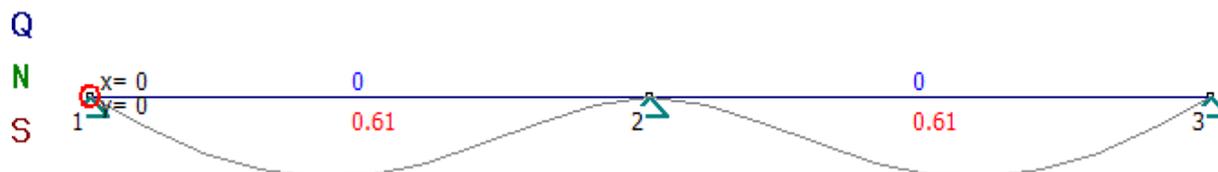
1 узел, 2 узел	Mmin / Mmax (тс*м)	Qmin / Qmax (тс)	Nmin / Nmax (тс)
1, 2	-0.39 / 0.22	-0.66 / 0.39	0 / 0
2, 3	-0.39 / 0.22	-0.39 / 0.66	0 / 0



Эпюра моментов в элементе



Эпюра поперечных сил в элементе



Эпюра перемещений в элементе

Максимальное перемещение вдоль оси Y в узле 0 = 0 мм
Максимальный прогиб элемента в пролете = 0.606 мм

Лист

012021217-1-КР.Р

65

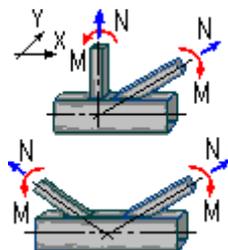
Изм.	Кол.	Лист	Ндок	Подп.	Дата

Копировал

Формат А4

8.2 Расчет узлов рамы фахверка

8.2.1. - Исходные данные:



Конструкция узла: Рядовой

Геометрические характеристики конструкции:

Ширина пояса (B) 16 см

Высота пояса (h) 16 см

Толщина стенки пояса фермы (t) 5 мм

Катет вертикального шва (f1) 5 мм

Высота сечения раскоса (стойки) (d) 10 см

Ширина сечения раскоса (стойки) (db) 5 см

Толщина стенки раскоса (стойки) (td) 5 мм

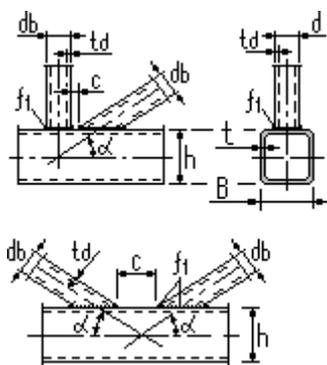
Размер между раскосами (c) 10 см

Угол примыкания раскоса к поясу (a) 30 град.

Расчетная нагрузка на элемент:

Осевая в элементе (N) 1 тс

8.2.2. - Выводы:



Требуемые по расчету характеристики узла:

Наименование	Величина	Ед. измерения
Несущей способности пояса на продавливание	ДОСТАТОЧНО	K= 0.13
Проверки несущей способности стенки пояса	НЕ ТРЕБУЕТСЯ	
Несущей способности элемента решетки	ДОСТАТОЧНО	K= 0.04
Несущей способности сварного шва	ДОСТАТОЧНО	K= 0.04

Вывод: коэффициент использования несущей способности сечений = 0.13, прочность элементов рамы фахверка для восприятия усилий от витражей обеспечена.

Изм.	Кол.	Лист	Ндок	Подп.	Дата

012021217-1-КР.Р

Лист

66