

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(национальный исследовательский университет)

Филиал ФГБОУ ВПО «ЮУрГУ» (НИУ) в г. Снежинске
Кафедра «Гражданское и промышленное строительство»

ПРОЕКТ ПРОВЕРЕН

Рецензент

Игорь /И.И. Кривошеина/
« 07 » июля 2016 г.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

В.Ф. Сабуров /В.Ф. Сабуров/
« 06 » июля 2016 г.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
бакалавра по направлению «Строительство»
профиль "Промышленное и гражданское строительство"

ЮУрГУ-270800.2016.ПЗ ВКР

тема:

«Реконструкция административного здания в г. Снежинске»

Консультанты:

Архитектура, доцент

Т.А. Кравченко /Т.А. Кравченко/
« 06 » июля 2016 г.

Конструкции, профессор

В.Ф. Сабуров /В.Ф. Сабуров/
« 07 » июля 2016 г.

Технология строительного
производства, доцент

М.В. Молодцов /М.В. Молодцов/
« 07 » июля 2016 г.

Организация строительства, доцент

М.Д. Бутакова /М.Д. Бутакова/
« 06 » июля 2016 г.

Руководитель проекта,
преподаватель

Т.А. Кравченко /Т.А. Кравченко/
« 07 » июля 2016 г.

Автор работы

Студент группы СШ-402

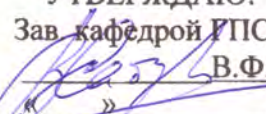
Н.А. Ордин /Н.А. Ордин/
« 06 » июля 2016 г.

Нормоконтролёр, доцент

Т.А. Кравченко /Т.А. Кравченко/
« 07 » июля 2016 г.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования
ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
(национальный исследовательский университет)

Факультет	<i>Филиал в г. Снежинске</i>
Кафедра	<i>Гражданского и промышленного строительства</i>
Направление	<i>Строительство</i>
Степень (квалификация)	<i>Бакалавр</i>
Профиль	<i>Промышленное и гражданское строительство</i>

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой ГПС

В.Ф. Сабуров
« » 2016 г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы (ВКР) студента

Ордин Николай Андреевич

(Ф. И.О. полностью)

Группа СШ-402

1. Тема проекта (работы) _____

«Реконструкция административного здания в г. Снежинске»

утверждена приказом по университету от 15 апреля 20 16 г. № 661

2. Срок сдачи студентом законченного проекта (работы) _____

3. Исходные данные к проекту (работе):

Материалы преддипломной практики, описание района строительства, планировочное и конструктивное решения здания.

4. Содержание расчетно-пояснительной записки (перечень подлежащих разработке вопросов)

Введение (обоснование актуальности темы)

Архитектурно-конструктивный раздел

1. Описание района строительства. Генплан участка.
2. Объемно-планировочное решение реконструированного здания.
3. Конструктивное решение реконструированного здания.
4. Отделка помещений мансардного этажа.
5. Теплотехнический расчет ограждающих конструкций (стен, покрытия).

Расчетно-конструктивная часть

1. Расчет и конструирование несущих конструкций мансарды.
2. Проведение натурного испытания конструкций мансарды.

Технология строительного производства

Разработка технологической карты на возведение мансарды.

Организация строительства

Определение объемов работ, площадей складов, организация строительной площадки, разработка календарного графика.

Заключение.

Список литературы.

5. Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

1. Генплан.
2. Фасады проектируемого здания.
3. Планы этажей, разрезы, узлы.
4. Расчетные схемы, проектирование элементов мансарды, узлы.
5. Технологическая карта на монтаж мансарды.
6. Стройгенплан.
7. Календарный график.

6. Дата выдачи задания _____

Руководитель _____ Кравченко Т.А. _____

Задание принял к исполнению _____ Сродин Н.А. _____

Заведующий кафедрой Сабуров Валерий Федорович | Васильев | _____

Руководитель ВКР _____ Жуков | Кравченко Т.А. | _____

Консультанты: _____ Савицкий | Дутманов М.Д. | _____

_____ Жуков | Кравченко Т.А. | _____

_____ | _____ | _____

Студент-дипломник _____ Сродин | Сродин Н.А. | _____

Контроль за ходом выполнения ВКР:

Первая процентовка _____

Вторая процентовка _____

Решение о дате защиты работы _____

Аннотация.....	2
Введение.....	3
Архитектурно-конструктивная часть.....	6
Описание района строительства.....	7
Объемно-планировочное решение.....	8
Конструктивное решение надстраеваемой части.....	9
Отделка помещений.....	10
Инженерное оборудование.....	10
Теплотехнический расчет ограждающих конструкций.....	11
Расчетно-конструктивная часть.....	15
Исходные данные.....	16
Сбор нагрузок.....	16
Расчет стержней.....	18
Расчет узлов.....	21
Расчет гофров металлочерепицы.....	23
Расчет в программе «Лира».....	26
Испытания натурального фрагмента мансарды.....	35
Методика проведения испытаний конструкций мансарды.....	40
Схема установки приборов.....	51
Результаты испытаний.....	66
Разрушение конструкции.....	72
Заключение.....	75
Технологическая часть.....	76
Область применения.....	77
Транспортировка и складирование изделий.....	77
Требования к организации рабочего места.....	78
Подготовка конструкции к монтажу.....	81
Монтаж, выверка и закрепление.....	82
Определение объемов и трудоемкости работ.....	82
Выбор механизмов.....	84
Контроль качества работ.....	86
Организация строительства.....	89
Пояснения к стройгенплану.....	90
Потребность в рабочих кадрах.....	91
Потребность во временных зданиях.....	92
Потребность строительства в складах.....	92
Потребность строительства в воде.....	95
Потребность строительства в электроэнергии.....	96
Потребность строительства в освещении.....	98
Список литературы.....	99

Аннотация

Ордин Н.А. Пояснительная записка к дипломному проекту на тему: «Реконструкция административного здания в г. Снежинске» – Снежинск: филиал ЮУрГУ, кафедра ГПС; 2016, 100 страниц, 51 рисунок, 25 таблиц, библиографический список – 22 наим., 7 листов чертежей формата А1.

Цель данного дипломного проекта - увеличение площади административного здания в г. Снежинске Челябинской области, за счет его реконструкции.

Запроектирована мансардная надстройка, как дополнительный этаж.

В графической части представлен вариант решения фасада, подобраны основные конструкции, приведены расчеты основных несущих конструкций здания, разработана технология производства работ с выбором основных строительных машин и механизмов, выполнен стройгенплан, календарный план строительства.

В пояснительной записке приведены расчеты теплопередачи конструкции, подбор сечений стержней, показаны результаты испытания фрагмента мансарды, приведена калькуляция трудозатрат.

					СШ-402.270800.2016.ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		2

Введение

В настоящее время актуальным является при реконструкции зданий возводить легкие мансардные надстройки из прогрессивных конструкций и эффективных материалов, обеспечивающих экономное расходование и затраты на сборку, монтаж зданий и время монтажа.

Всем указанным требованиям отвечают конструкции мансарды, выполненные из облегченных гнутых профилей из оцинкованной стали. Гнутые профили являются новым прогрессивным видом металлопродукций. Борьба за снижение массы металлоконструкций, за повышение их прочности, надежности и долговечности привела к созданию нового вида проката - холодногнутому профилю. Холодногнутые профили - это различной конфигурации гофрированные листы, среди них особое место занимают гнутые замкнутые профили (прямоугольного и квадратного сечений), а также гнутые гофрированные профили.

Гофрированные гнутые профили, независимо от количества гофров, их формы и размеров, можно разделить на две группы:

1. Листовые с гофрами по всей ширине сечения;
2. Листовые с периодически повторяющимися гофрами, то есть такие, по ширине которых гофры периодически повторяются отделены друг от друга плоскими участками;

Применение в строительных конструкциях тонкостенных гнутых профилей дают экономию металла до 30 % без снижения прочности.

Гнутые профили проката изготавливают методом непрерывного профилирования листов, полос и ленты на профилегибочных агрегатах различных типов. Наряду с холодногнутыми профилями общего назначения применяют перфорированные гнутые профили, масса конструкций снижается при этом в среднем на 18- 20%.

В качестве заготовок профилей, в нашей стране, применяют горячекатаные и холоднокатаные полосы из обычной углеродистой стали, углеродистой конструкционной стали повышенного качества и легированных сталей.

					СП-402.270800.2016.ВКР	Лист
						3
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Важным направлением в деле экономии и рационального использования металла в строительстве является применения гнутых профилей проката из сталей повышенной и высокой прочности в конструкциях зданий и сооружений.

Установлено, что облегчение массы конструкций с применением сталей повышенной прочности достигает примерно 20%, а сталей высокой прочности - 50%. Эти показатели предопределяют широкое применение в строительстве сталей повышенной и высокой прочности.

Одним из путей эффективного применения гнутых профилей в строительных конструкциях является термическое упрочнение этих профилей. Наиболее целесообразной является упрочняющая термическая обработка уже готовых профилей. Упрочняющая термическая обработка гнутых профилей дает повышение прочностных характеристик, однородных свойств металла по всему объему поперечного сечения, повышает пластические свойства деформированных участков профиля, значительно снижает критическую температуру хрупкости (порог хладноломкости) и обеспечивает экономическую эффективность этих профилей.

Одной из особенностей гнутых профилей является то, что распределение напряжений и деформаций в тонкостенном профиле при поперечном изгибе зависит не только от величины изгибающего момента, но также и от положения плоскости действия внешних сил. Если поперечная нагрузка не проходит через центр изгиба, то тонкостенный профиль, кроме деформаций изгиба, будет испытывать также и деформации кручения. Поперечные сечения тонкостенного профиля в этом случае не остаются плоскими, они коробятся или, как говорят, депланируют.

Депланация тонкостенных стержней закрытого профиля невелика, и поэтому расчет таких стержней может производиться по формулам, применяемым для расчета тонкостенных стержней.

Рассчитываем данную конструкцию профиля на любом из программных комплексов, которые позволяют детально изучить работу профиля под нагрузкой. Для расчета был выбран программный комплекс «Ли́ра» так, как он наиболее прост в обращении. Было необходимо просмотреть работу

					СП-402.270800.2016.ВКР	Лист
						4
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

конструкций профиля и дать заключение по эффективности предлагаемого варианта. По этим расчетам то же можно усовершенствовать конструкции, достаточно только поменять положение профиля.

В данном дипломном проекте запроектирована мансарда из холодногнутых профилей над административным зданием в г. Снежинске Челябинской области.

Панельное здание, трехэтажное с плоской кровлей с неорганизованным водоотводом. Мансардная надстройка, как дополнительный этаж, была принята так как нагрузка от мансардного покрытия не значительно увеличивает напряженное состояние несущих конструкций здания (стен, фундаментов) и не намного увеличивается давление на основание здания. Так же применение современных материалов придаст строению новый эстетический вид. А применение гнутых тонкостенных профилей как несущих конструкций значительно сократит сроки постройки и затраты на монтаж.

					СШ-402.270800.2016.ВКР	Лист
						5
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Архитектурно- конструктивная часть

					СП-402.270800.2016.ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

Описание района строительства

Участок реконструируемого административного здания расположен в г. Снежинске Челябинской области, на пересечении ул. Новая и ул. Транспортная.

Реконструируемое здание является панельным и состоит из одной блок-секции. Подъезд к зданию осуществляется с ул. Новая с западной и ул. Транспортная с северной сторон здания, соответственно, через примыкающую стоянку для автомобильного транспорта с южной стороны. Конструкция покрытия проездов и тротуаров – асфальтобетонное покрытие.

Благоустройство территории увязано с существующим благоустройством. Для газонов предусмотрены травосмеси на основе многолетних трав.

Все размеры на генеральном плане даны в метрах.

Таблица 1

№ п/п	Наименование	Кол-во
1.	Общая площадь земельного участка.	1697 м ²
2.	Площадь озеленения	1085 м ²
3.	Площадь реконструируемого здания	247 м ²
4.	Площадь автомобильной стоянки	375 м ²
5.	Этажность	4
6.	Количество въездов/выездов на территорию участка	2

Климатические характеристики района строительства:

- а) климатический район - I В [3],
- б) средняя скорость ветра, м/с, за период со среднесуточной температурой воздуха $\leq 8^{\circ}\text{C}$ - 2 м/с[3],
- в) давление ветра для II ветрового района - 0,3 кН/м² [6],
- г) снеговая нагрузка для III снегового района - 1,8 кН/м² [6],
- д) температура наружного воздуха наиболее холодной пятидневки, $^{\circ}\text{C}$, с обеспеченностью 0,92 - -35°C [3].

					СП-402.270800.2016.ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

Объемно-планировочное решение

Здание трехэтажное, этажи в плане повторяют друг друга, размерами в осях 1-4 – 20,6 м и в осях А-В – 11,52 м.

Несущие и ограждающие конструкции выполнены из панельных плит. Продольные стены являются самонесущими. Перекрытия выполнены из железобетонных круглопустотных плит.

Обследование здания и расчеты, проведенные службой заказчика РФЯЦ-ВНИИТФ показали, что напряжения в наружных стенах, фундаменте не превышают предельных и запас прочности составляет 11 % и 23% соответственно. Основанием под зданием служат суглинки, накрытые насыпными грунтами мощностью до 1,5 м. Оценка нагруженности основания под подошвой фундамента показала: несущей способности основания достаточно для восприятия полной расчетной нагрузки.

По мере эксплуатации здания потребовалось увеличение площади. Это стало возможно за счет надстройки мансардного этажа, так как нагрузка от мансарды не намного увеличивает напряженное состояние в несущих конструкциях.

В мансардном этаже принята коридорная система расположения помещений.

					СШ-402.270800.2016.ВКР	Лист
						8
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Экспликация помещений

Таблица 2

№	Наименование помещения	Площадь, м ²
1	Мастерская	16,4
2	Начальник отдела	10,0
3	Начальники групп	17,0
4	Инженер ОТ и ТБ	10,4
5	Начальник отдела	13,6
6	Уборное помещение	8,3
7	Пульт центрального наблюдения	13,6
8	Экономист	8,3
9	Зам. начальника подразделения	13,6
10	Инженер по производству	10,4
11	Приемная	17,0
12	Инструктор по проф. подготовке	10,0
13	Начальник подразделения	16,4
14	Коридор	17,7
15	Коридор	17,7
16	Лестничная клетка	13,8

Мансарда выполняется вальмовой. Высота этажа в коньке 5,02 м, потолок объемный с изломом на высоте 3,18 м. Мансардные наклонные окна VELUX размерами 1,8 * 1,2 м.

Конструктивное решение надстраиваемой части

Стропильная конструкция выполнена из лёгких стальных тонкостенных конструкции (ЛСТК). Основные несущие рамы изготовлены из профилей ПС 200*1,5. Прогоны по верхнему поясу основных несущих рам выполнены из шляпного профиля ПШ 100*0,7 «ЛСТК», шаг прогонов 350 мм. По нижнему поясу крепятся прогоны из профиля ПП 110* 1,0 «ЛСТК» он нужен для крепления слоя утеплителя и дает дополнительную жесткость конструкции мансарды. Изнутри конструкция обшивается двумя слоями гипсоволокнистого листа толщиной 10 мм.

					СП-402.270800.2016.ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

Конструкция мансарды выполнена из современных кровельных и отделочных материалов. Покрытие будет осуществлено из металлочерепицы «Joker» с высотой ступеньки 18 мм, шагом 350 мм и высотой профиля – 45 мм, металлочерепица изготавливается из рулонной оцинкованной стали с цветным полимерным покрытием производства «ИНСИ». Толщина листа 0,5 мм. Утеплителем приняты стекловолоконистые плиты URSA, толщина утеплителя 130 мм.

Отделка помещений

Внутренняя отделка стен и потолков выполнена из двух слоев ГВЛ, по металлическому каркасу из металлического профиля системы «KNAUF» с укладкой стекловолоконистой плиты URSA и паризоляции изоспан В. Стены окрашиваются эмалью ПФ-115 ГОСТ 6465-76 в один слой.

По основанию пола выполнена самовыравнивающая смесь «vetonit 5000» по ГОСТ 31189 толщиной 10 мм, с последующей укладкой линолеума с использованием клея «Бустилат».

Лестница мансардного этажа состоит из сборных железобетонных ступеней ЛС 15, приваренных к металлическим косоурам - балкам. Материал балок - сталь С245 по ГОСТ 27772-88.

Косоуры лестницы оштукатурить цементно-песчаным раствором марки 100, толщиной 30 мм по сетке N20-2,0 ГОСТ 5336-80. Металлические ограждения окрасить грунтовкой ГФ-021, а затем масляной краской за 2 раза.

Инженерное оборудование здания

1) Электроснабжение – проводка осуществляется медным кабелем сечением 2,5 мм² в резиновой оплетке. Имеется заземляющий провод. Для электробытовых приборов на высоте 0,9 м от пола расположены электрические розетки.

2) Отопление – централизованное от городской сети с нижней разводкой. В качестве теплоносителя применяется вода с температурой 70-105°С.

					СШ-402.270800.2016.ВКР	Лист
						10
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- 3) Вентиляция – принята естественная вытяжная система вентиляции и кондиционирование. Вентиляционные блоки установлены в санузлах.
- 4) Водоснабжение и канализация – водопровод хозяйственно-питьевой.
- 5) Телефонизация – внутренняя открытая сеть. Предусмотрена телефонизация всех кабинетов работников здания.

Теплотехнический расчет ограждающих конструкций

Покрытие мансардного этажа.

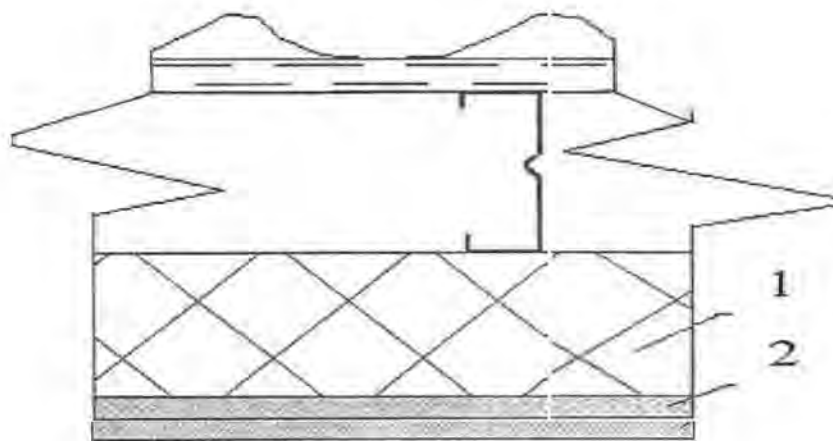


Рисунок 1. Покрытие мансарды

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

СП-402.270800.2016.ВКР

Лист

11

Номер слоя	Наименование слоев ограждающих конструкций	Толщина, δ м	Расчетный коэффициент теплопроводности, λ Вт/м·°С
1	Утеплитель URSA	x	0,035
2	Два слоя гипсоволокнистого листа	0,02	0,35

Определяем требуемое сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций из условия энергосбережения:

Определим градусо-сутки отопительного периода[1]:

$$ГСОП = (t_{вн.} - t_{от.пер.}) \cdot Z_{от.пер.},$$

где $t_{вн.} = 18$ °С - расчетная температура воздуха в помещении (для административного здания);

$t_{от.пер.} = -6,8$ - средняя температура наружного воздуха отопительного периода;

$Z_{от.пер.} = 229$ сут. - продолжительность отопительного периода.

$$ГСОП = (18 - (-6,8)) \cdot 229 = 5679 \text{ °С} \cdot \text{сут.}$$

Определим сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции[1]:

$$R_{ГСОП}^{mp} = 3,87 \text{ м}^2 \cdot \text{°С/Вт};$$

Определим минимальную толщину утеплителя:

$$R_o = \frac{1}{\alpha_{в}} + \frac{\delta_{ум}}{\lambda_{ум}} + \frac{\delta_{ГВЛ}}{\lambda_{ГВЛ}} + \frac{1}{\alpha_{н}},$$

где $\alpha_{в} = 8,7$ Вт/м·°С - коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции;

$\alpha_{н} = 23$ Вт/м·°С - коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции;

$$3,87 = \frac{1}{8,7} + \frac{\delta_{ум}}{0,035} + \frac{0,02}{0,35} + \frac{1}{23};$$

$$\frac{\delta_{ум}}{0,035} = 3,87 - \frac{1}{8,7} - \frac{0,02}{0,35} - \frac{1}{23};$$

$$\delta_{ум} = 3,65 \cdot 0,035 = 0,128 \text{ м.}$$

					СШ-402.270800.2016.ВКР	Лист
						12
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Толщину минеральной ваты принимаем $\delta_{ym} = 0,13$ м.

Определяем принятое сопротивление теплопередачи конструкции.

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_s} + \frac{\delta_{ym}}{\lambda_{ym}} + \frac{\delta_{ГВЛ}}{\lambda_{ГВЛ}} + \frac{1}{\alpha_n} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,13}{0,035} + \frac{0,02}{0,35} + \frac{1}{23} = 3,93 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт} > R_{гсop}^{mp} = 3,87 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт},$$

так как условие выполняется, то окончательно принимаем $\delta_{ym} = 0,13$ м.

Вывод: принятая конструкция утеплителя соответствует условиям энергосбережения.

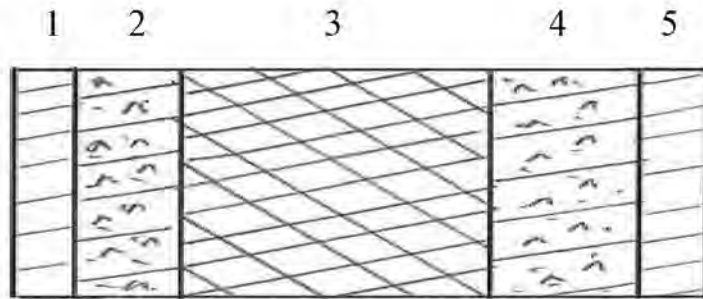


Рисунок 2. Наружная стена

Теплотехническая характеристика материала слоев.

Таблица 4

Номер слоя	Наименование слоев ограждающих конструкций	Толщина, м	Расчетный коэффициент теплопроводности, Вт/м ² ·°С
1	Цементно-песчаный раствор	0,025	0,76
2	Железобетон	0,05	1,92
3	Маты минераловатные	0,1	0,05
4	Железобетон	0,15	1,92
5	Цементно-песчаный раствор	0,025	0,76

Определяем $R_o^{mp} = 3,39 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$;

Определим сопротивление теплопередаче конструкции:

$$R_o = \frac{1}{\alpha_a} + \frac{\delta_{цпр}}{\lambda_{цпр}} + \frac{\delta_{ж/б}}{\lambda_{ж/б}} + \frac{\delta_{ут}}{\lambda_{ут}} + \frac{\delta_{ж/б}}{\lambda_{ж/б}} + \frac{\delta_{цпр}}{\lambda_{цпр}} + \frac{1}{\alpha_n}$$

$$R_o = \frac{1}{8,7} + \frac{0,025}{0,76} + \frac{0,05}{1,92} + \frac{0,1}{0,05} + \frac{0,15}{1,92} + \frac{0,025}{0,76} + \frac{1}{23} = 2,24 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$$

Т.к. $R_o = 2,24 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт} < R_{гсоп}^{mp} = 3,39 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$, вывод: имеющаяся конструкция стены не соответствует требованиям энергосбережения, следовательно, утепляем наружные стены плитами минераловатными, после чего оштукатуриваем по сетке.

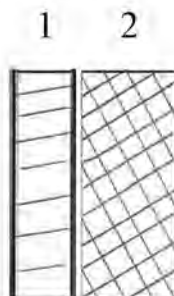


Рисунок 3

Теплотехническая характеристика материала слоев.

Таблица 5

Номер слоя	Наименование слоев ограждающих конструкций	Толщина м	Расчетный коэффициент $X \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{°C}$
1	Цементно-песчаный раствор	0,03	0,76
2	Плита минераловатная	0,05	0,044

Определим сопротивление теплопередаче утепленной конструкции:

$$R_o = 2,24 + \frac{0,05}{0,044} + \frac{0,03}{0,76} = 3,42 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$$

$$R_o = 3,42 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт} > R_{гсоп}^{mp} = 3,39 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт},$$

Вывод: после утепления наружная стена удовлетворяет условиям энергосбережения.

Расчетно-конструктивная часть

					СП-402.270800.2016.ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15

Исходные данные

Место строительства: город Снежинск Челябинской области;

Климатические характеристики района строительства:

- II ветровой район;

- III снеговой район;

Сооружение - административное здание;

Ширина здания – 11,52 м;

Длина здания – 20,6 м;

Высота здания – 14,02 м;

Конструкция кровли - теплая на прогонах.

Статический расчет

Сбор нагрузок:

Постоянные нагрузки от массы ограждающих конструкций

Таблица 6

№ п.п	Состав покрытия	Нормативная нагрузка, кН/м ²	Коэффициент надежности по нагрузке, γ_f	Расчетная нагрузка, кН/м ²
1	2	3	4	5
1	Металлочерепица	0,046	1,05	0,048
2	Обрешетка ПШ	0,033	1,05	0,036
	Рамы ПС	0,096	1,05	0,101
3	Гидро-ветроизоляция изоспан А	0,001	1,3	0,001
4	Прогоны ПП	0,036	1,05	0,038
5	Утеплитель минвата	0,110	1,2	0,132
6	Пароизоляция изоспан В	0,001	1,3	0,001
7	Лист ГВЛ (2слоя)	0,200	1,1	0,220
	Итого:	0,52		0,62

					СП-402.270800.2016.ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16

Равномерно-распределенная постоянная нагрузка:

$$q_n = g \cdot B = 0,62 \cdot 1,13 = 0,70 \text{ кН/м, где:}$$

g - расчетная распределенная по площади нагрузка от веса покрытия;

B - шаг рам.

Временные нагрузки

Ветровая:

Расчетное значение ветровой нагрузки:

$$W = W_0 \cdot k \cdot c \cdot \gamma_n$$

$W_0 = 0,3 \text{ кН/м}^2$ - нормативный давление ветра (II ветровой район);

$k = 0,73$ - коэффициент учитывающий изменение ветрового давления в зависимости от высоты (тип местности В);

c - аэродинамический коэффициент:

$c = 0,8$ - для наветренной стороны, $c = 0,6$ - для подветренной стороны;

$\gamma_n = 1,4$ - коэффициент надежности по нагрузке.

Тогда: $W_n = 0,3 \cdot 0,73 \cdot 0,8 \cdot 1,4 = 0,32 \text{ кН/м}^2$;

$$W_{\text{под}} = 0,3 \cdot 0,73 \cdot 0,6 \cdot 1,4 = 0,25 \text{ кН/м}^2.$$

Расчетная распределенная ветровая нагрузка:

$$q_n = 1,13 \cdot 0,32 = 0,37 \text{ кН/м};$$

$$q_{\text{под}} = 1,13 \cdot 0,25 = 0,28 \text{ кН/м}.$$

Снеговая:

$$S_1 = S_0 \cdot \mu = 1,8 \cdot 1 = 1,8 \text{ кН/м}^2,$$

$$S_2 = S_0 \cdot \mu = 1,8 \cdot 0,75 = 1,35 \text{ кН/м}^2,$$

где $S_0 = 1,8 \text{ кН/м}^2$ - нормативное значение снеговой нагрузки (III снеговой район);

μ - коэффициент перевода от веса снега на земле к весу снега на покрытии:

$$\mu = 1 \text{ при } \alpha \leq 25^\circ; \mu = 0,75 \text{ при } 25^\circ \leq \alpha \leq 60^\circ$$

Расчетная распределенная снеговая нагрузка:

$$q_{\text{сн1}} = 1,13 \cdot 1,8 = 2,03 \text{ кН/м}.$$

$$q_{\text{сн2}} = 1,13 \cdot 1,35 = 1,53 \text{ кН/м}.$$

					СП-402.270800.2016.ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		17

Подбор сечения элемента рамы

Материал – сталь С245 ($R_y=24,5$ кН/см²). Расчетное усилие, действующее на стержень $N = 25$ кН. Принимаем $\lambda=80$ для стали $R_y=24,5$ кН/см², определяем коэффициент $\varphi=0,686$. Коэффициент условий работы $\gamma_c=1,0$.

Определяем площадь поперечного сечения стержня колонны:

$$A_{mp} = \frac{N}{\varphi R_y \gamma_c} = \frac{25}{0,686 \cdot 24,5 \cdot 1} = 1,75 \text{ см}^2.$$

Выбираем профиль гнутый из малоуглеродистой оцинкованной рулонной стали ГОСТ 14918-80 ПС 200*1,5: $A = 2,84$ см², $i_x = 7,31$ см, $i_y = 1,48$ см.

Проверим устойчивость относительно материальной оси x .

Гибкость $\lambda = \frac{l_{ef}}{i} = \frac{510}{7,31} = 70 \Rightarrow$ коэффициент $\varphi=0,754$.

Тогда $\frac{N}{A \varphi R_y \gamma_c} = \frac{25}{2,84 \cdot 0,754 \cdot 24,5 \cdot 0,85} = 0,65 < 1$

Таким образом, гибкость профиля и напряжения в нем не превышают допустимых величин - он может быть принят.

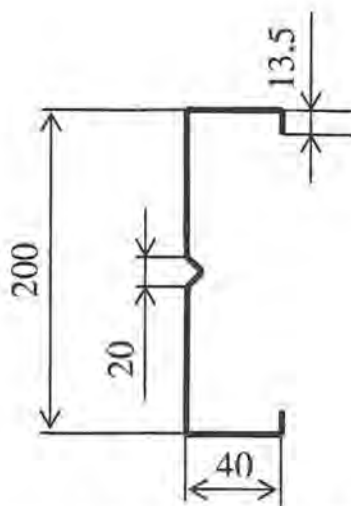


Рисунок 4. Сечение ПС 200*1,5

					СП-402.270800.2016.ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18

Расчет балки

Балка принятая в конструкции состоит из двутавра № 20, имеющим геометрические характеристики:

$$A=26,8 \text{ см}^2; W_x=184 \text{ см}^3; I_x=1840 \text{ см}^4.$$

Проверим ее работу:

Определим нормативную и расчетную нагрузки, действующие на балку:

$$q_n=(g_n+p_n)\cdot 1,2=(1,8+0,62)\cdot 1,32=3,20 \text{ кН/м.}$$

$$q=(1,2\cdot g_n+1,05\cdot p_n)\cdot 1,2=(1,2\cdot 1,8+1,05\cdot 0,62)\cdot 1,32=3,72 \text{ кН/м.}$$

Изгибающий момент в балке пролетом $l=1,32$ метров будет равен:

$$M_{\max} = \frac{ql^2}{8} = \frac{3,72\cdot 3,2^2}{8} = 4,76 \text{ кН}\cdot\text{м};$$

Определим требуемый момент сопротивления балки:

$$W_{mp} = \frac{M_{\max}}{R_y\gamma_c} = \frac{476}{24,5\cdot 1,0} = 19,43 \text{ см}^3;$$

Проверка должна удовлетворять условиям:

по прочности: $\frac{M_{\max}}{W_x R_y \gamma_c} \leq 1;$

по жесткости: $\frac{f}{l} = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_n \cdot l^3}{E \cdot I_x} < \frac{1}{200}.$

Тогда: $\frac{476}{184 \cdot 24,5 \cdot 1,0} = 0,2 < 1;$

$$\frac{f}{l} = \frac{5 \cdot 3,20 \cdot 3,2^3}{384 \cdot 2,05 \cdot 10^8 \cdot 1840 \cdot 10^{-8}} = \frac{1}{3620} < \frac{1}{200};$$

Балка имеет очень большой запас по прочности и по жесткости и может быть принята балка меньшего сечения, но для сопряжения с швеллерами рамы будет принята данная балка.

					СП-402.270800.2016.ВКР	Лист
						19
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Расчет колонны

Колонна состоит из двух швеллеров № 10, сваренных в коробку. Материал колонны – сталь С245 ($R_y=24,5$ кН/см²). Длина колонны $l=5,02$ м. Колонна имеет шарнирное закрепление нижнего и верхнего узлов, то $\mu=1,0$, значит расчетная длина колонны равна: $l_{ef} = \mu l = 1,0 \cdot 5,02 = 5,02$ м. Продольная сила действующая на колонну $N=37,3$ кН.

Геометрические характеристики сечения:

$$i_x=0,38 \cdot h = 3,8 \text{ см}; i_y=0,44 \cdot b = 4,05 \text{ см}; A=21,8 \text{ см}^2;$$

Гибкость стержня равна: $\lambda_x = \frac{l_{ef}}{i_x} = \frac{502}{3,8} = 132$

$$\lambda_y = \frac{l_{ef}}{i_y} = \frac{502}{4,05} = 124$$

При $\lambda_x = 132$ значение коэффициента $\varphi=0,354$.

Проверка устойчивости колонны:

должно выполняться условие: $\frac{N}{\varphi A R_y \gamma_c} \leq 1$

$$\frac{37,3}{0,354 \cdot 21,8 \cdot 24,5 \cdot 1} = 0,22 < 1.$$

Следовательно, устойчивость колонны обеспечена.

					СП-402.270800.2016.ВКР	Лист
						20
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Коньковый узел

Профиль полурамы крепится к балке через накладку толщиной 6 мм двумя болтами диаметром 16 мм, имеющим площадь сечения $A=1,57 \text{ см}^2$.

Расчетное усилие N_b , воспринимаемое одним болтом, в зависимости от вида напряженного состояния определяется по формулам:

при срезе:

$$N_{bs} = R_{bs} \gamma_b A n_s = 15 \cdot 1 \cdot 1,57 \cdot 1 = 23,55 \text{ кН};$$

при смятии:

$$N_{bp} = t_{\min} R_{bp} \gamma_b = 0,15 \cdot 43,5 \cdot 1 = 6,53 \text{ кН}.$$

Тогда количество болтов вычислим по формуле:

$$n \geq \frac{1,2 \cdot N}{N_{b,\min}} = \frac{1,2 \cdot 10,1}{6,53} = 1,86$$

Принимаем два болта диаметром 16 мм.

Расчет ослабленного сечения

$$A_{осл} = 2 \cdot 18 \cdot 1,5 = 54 \text{ мм}^2 = 0,54 \text{ см}^2$$

$$A_n = A - A_{осл} = 2,84 - 0,54 = 2,3 \text{ см}^2$$

Условие будет выполнено при:

$$\frac{N}{A_n} \leq \frac{R_y \cdot \gamma_c}{\gamma_n}$$

$$\frac{N}{A_n} = \frac{10,1}{2,3} = 4,4$$

$$\frac{R_y \cdot \gamma_c}{\gamma_n} = \frac{24,5 \cdot 1}{1,05} = 22,8$$

Т.к. $4,4 < 22,8$, следовательно сечение удовлетворяет условиям.

					СП-402.270800.2016.ВКР	Лист
						21
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Узел перегиба

Подбор фасонки

При усилии в стержне до 150 кН (в нашем случае 16,6 кН) принимается толщина фасонки 6 мм и высота 180 мм.

$$M=16,6 \text{ кН}\cdot\text{м}, W=\frac{b \cdot h^2}{6} = \frac{0,6 \cdot 18^2}{6} = 32,4 \text{ см}^3$$

$$\sigma = \frac{M}{W} = \frac{166}{32,4} = 5,12 \text{ Н/см}^2 < [\sigma] = 210 \text{ Н/см}^2.$$

Два профиля полурамы крепятся между собой фасонкой толщиной 6 мм и шестью болтами диаметром 16 мм на каждый профиль, имеющим площадь сечения $A=1,57 \text{ см}^2$.

Расчетное усилие N_b , воспринимаемое одним болтом, в зависимости от вида напряженного состояния определяется по формулам:

при срезе: $N_{bs} = R_{bs} \gamma_b A n_s = 15 \cdot 1 \cdot 1,57 \cdot 1 = 23,55 \text{ кН};$

при смятии: $N_{bp} = t_{\min} R_{bp} \gamma_b = 0,15 \cdot 43,5 \cdot 1 = 6,53 \text{ кН}.$

$N_n = 18,4 \text{ кН}$ и $N_q = 10 \text{ кН}$, тогда $N = 22 \text{ кН}$

Тогда количество болтов вычислим по формуле:

$$n \geq \frac{1,2 \cdot N}{N_{b,\min}} = \frac{1,2 \cdot 22}{6,53} = 4,3 \text{ болта, округляем до четного количества и}$$

принимаем шесть болтов диаметром 16 мм.

					СП-402.270800.2016.ВКР	Лист
						22
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Расчет устойчивости гофров металлочерепицы

Металлочерепица выполнена из стали С245 ($R_y=24,5\text{кН/м}^2$), металлочерепица работает по неразрезной схеме. Предельный нормативный прогиб: $\frac{f_n}{l_n} < \frac{1}{150}$

f_o для многопролетной схемы в случае нагружения металлочерепицы равномерно распределенной нагрузкой можно определить по формуле:

$$f_o = \frac{5q \cdot l^4}{384 \cdot E \cdot I_x},$$

Тогда для полосы шириной 1 м $\frac{1}{150} = \frac{0,0273 \cdot l^4}{384 \cdot 2,06 \cdot 10^4 \cdot 70,6}$.

Отсюда шаг прогонов $b_{np}=l=72$ см. Принимаем шаг прогонов, равным 0,7 м, кратно длине металлочерепицы. Тогда опорный момент в металлочерепице на 1 м ширины:

$$M_{on} = \frac{q \cdot l^2}{12} = \frac{2,73 \cdot 0,7^2}{12} = 0,111 \text{ кН}\cdot\text{м}.$$

Прочность сечения металлочерепицы проверяем по формуле:

$$\sigma = \frac{M}{W_{x,min}} \leq R_y \gamma_c,$$

где M - момент, определяемый при заданной расчетной схеме $W_{x,min}$ металлочерепицы для полосы шириной 1 м;

$W_{x,min}$ - минимальный момент сопротивления сечения металлочерепицы;

R_y - расчетное сопротивление изгибов, для стали С245 = 24,5 кН/см².

$$\sigma = \frac{0,111 \cdot 10^2}{13,4} = 0,83 \text{ кН/см}^2 < 24,5 \text{ кН/см}^2.$$

Прочность на срез проверяем по формуле:

$$\tau = \frac{Q_r}{h_r \cdot t_r} \leq R_s \gamma_c$$

где Q_r - поперечная сила на одну стенку гофра металлочерепицы;

h_r и t_r - высота и толщина стенки гофра металлочерепицы;

R_s - расчетное сопротивление сдвигу стали металлочерепицы С245=14кН/см².

$$\tau = \frac{0,1}{3 \cdot 0,05} = 0,67 \leq R_s \gamma_c \text{ кН/см}^2 < 14,5 \text{ кН/см}^2.$$

					СПИ-402.270800.2016.ВКР	Лист
						23
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Местную устойчивость стенок гофра на опоре проверяем по формуле:

$$\frac{\sigma}{\sigma_{cr}} = \frac{\sigma_{loc}}{\sigma_{loc,cr}} \leq 1,$$

где $\sigma = \frac{M_{on}}{W_{x,min}} = 0,83 \text{ кН/см}^2$;

σ_{cr} - критические нормальные напряжения:

$$\sigma_{cr} = k_0 \cdot k_1 \left(\frac{1000 \cdot t_r}{h_0} \right)^2,$$

где k_0 - коэффициент, зависящий от характера напряжений;

k_1 - коэффициент, при $\frac{l_{ef}}{h_r} \geq 0,9$ - $k_1 = 1,0$

$h_0 = h - 2(r + t) - b$ - расчетная высота гофра.

$$\sigma_{cr} = 3,09 \cdot 1 \cdot \left(\frac{1000 \cdot 0,05}{5,26} \right)^2 = 537,8 \text{ кН/см}^2,$$

σ_{loc} - местное напряжение от реакции средней опоры:

$$\sigma_{loc} = \frac{R_r}{t_r \cdot l_{ef}},$$

где R_r - опорной реакции на одну стенку гофра;

l_{ef} - ширина расчетного участка стенки гофра, $l_{ef} = b + 2r \leq 1,5h$;

b - ширина полки прогона на который опирается настил;

r - радиус сопряжения стенок гофров с полками профиля;

$$\sigma_{loc} = \frac{0,48}{5,4 \cdot 0,05} = 1,78 \text{ кН/см}^2;$$

$\sigma_{cr,loc}$ - местное критическое напряжение:

$$\sigma_{loc,cr} = A \cdot k_2 \cdot \sqrt{R_y}$$

A - коэффициент, зависящий от размеров сечения стенки;

k_2 - коэффициент зависимости от ширины опоры настила;

$$\sigma_{loc,cr} = 23,2 \cdot 0,179 \cdot \sqrt{24,5} = 20 \text{ кН/см}^2,$$

$$\frac{0,83}{537,8} + \frac{1,78}{20} = 0,09 < 1.$$

Следовательно, устойчивость гофров обеспечена.

					СП-402.270800.2016.ВКР	Лист
						24
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

собес. снег, ветер

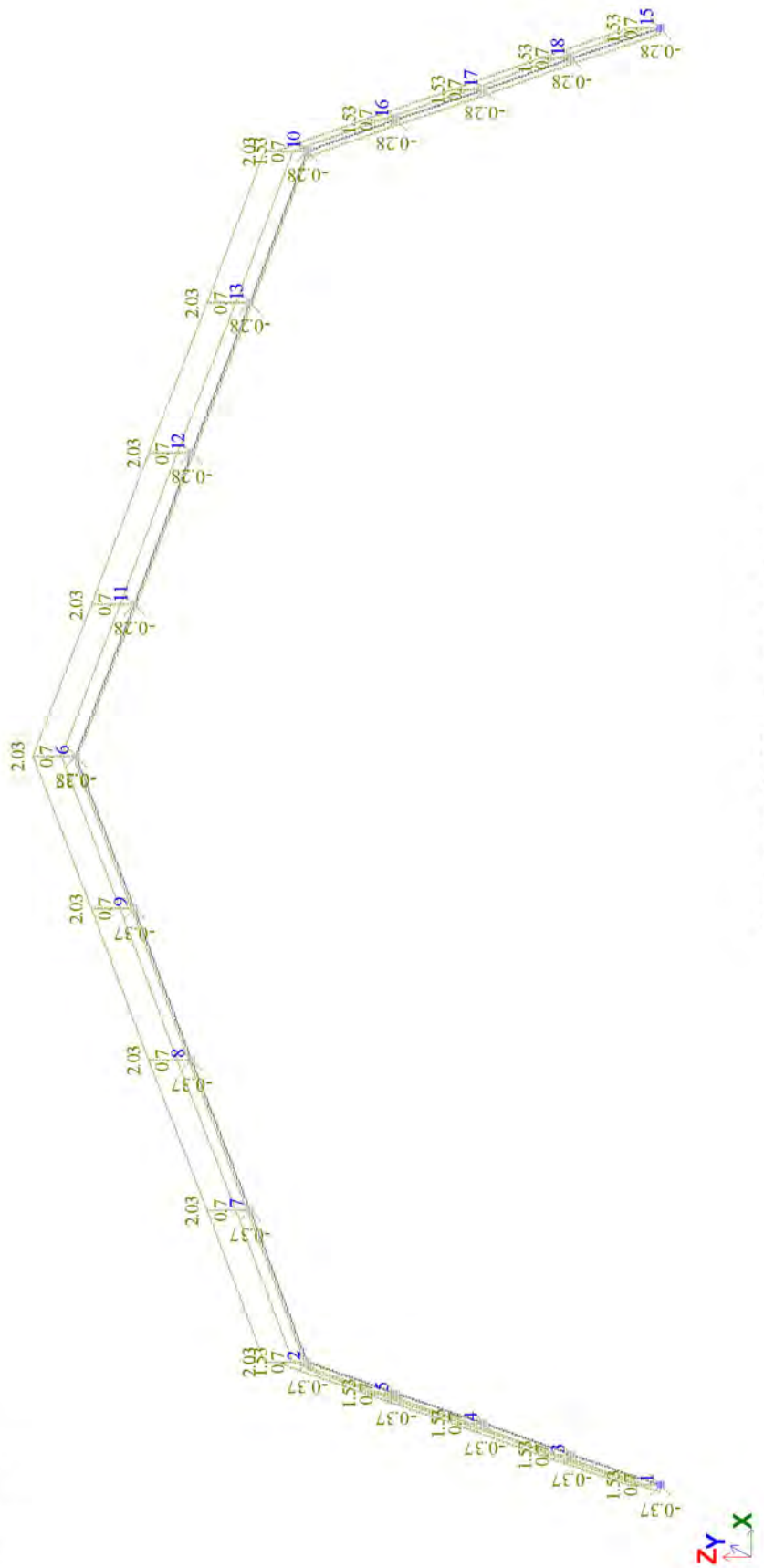


Рисунок 5. Нагрузки на раму

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

СП-402.270800.2016.ВКР

Лист

25

Расчет рамы мансарды в ПК «Лира»

Задача

(0/ 1; РАМА 1/ 2; 2/
8; 1 /

28; 0 1 0 0 0 1 1 0 0; /
33;M 1 CM 100 T 1 C 1 /
39;

1: СОВБЕС ;
2: СНЕГ ;
3: ВЕТЕР ;
4: СОВБЕС,СНЕГ,ВЕТЕР ;
/
)

(1/
200 1 1 2 /10 1 1 3 /10 1 3 4 /10 1 4 5 /
10 1 5 2 /200 1 2 6 /10 1 2 7 /10 1 7 8 /
10 1 8 9 /10 1 9 6 /200 1 6 10 /10 1 6 11 /
10 1 11 12 /10 1 12 13 /10 1 13 10 /200 1 10 15 /
10 1 10 16 /10 1 16 17 /10 1 17 18 /10 1 18 15 /
200 1 19 21 /200 1 21 22 /200 1 22 23 /200 1 23 20 /
200 1 20 25 /200 1 25 26 /200 1 26 27 /200 1 27 24 /
200 1 24 29 /200 1 29 30 /200 1 30 31 /200 1 31 28 /
200 1 28 33 /200 1 33 34 /200 1 34 35 /200 1 35 32 /

)

(3/
1 1.861E+004 1.009E+002 0 0 /
0 Y 0.0094626 0.0094626 Z 0.054221 0.054221 /
0 RO 0.00718/
0 S8 13 11 20 0 0/

)

{13/
[1]
Section = ChannelChannel
File = |BaltProfPN.srt|
Shape = |ПН-200-1.5|

Rotation = 2 BluePoint = 2 YellowPoint = 3
YlCoupling = 1

}
(4/
0.00000 0.00000 0.00000 /0.97600 0.00000 2.80400 /0.24400 0.00000 0.70100 /0.48800 0.00000
1.40200 /
0.73200 0.00000 2.10300 /5.78000 0.00000 4.64000 /2.17700 0.00000 3.26300 /3.37800 0.00000
3.72200 /
4.57900 0.00000 4.18100 /10.58400 0.00000 2.80400 /6.98100 0.00000 4.18100 /8.18200 0.00000
3.72200 /
9.38300 0.00000 3.26300 /0.00000 0.00000 11.56000 /11.56000 0.00000 0.00000 /10.82800
0.00000 2.10300 /
11.07200 0.00000 1.40200 /11.31600 0.00000 0.70100 /0.00000 0.00000 0.00000 /0.97600
0.00000 2.80400 /
0.24400 0.00000 0.70100 /0.48800 0.00000 1.40200 /0.73200 0.00000 2.10300 /5.78000 0.00000
4.64000 /
2.17700 0.00000 3.26300 /3.37800 0.00000 3.72200 /4.57900 0.00000 4.18100 /10.58400 0.00000
2.80400 /
6.98100 0.00000 4.18100 /8.18200 0.00000 3.72200 /9.38300 0.00000 3.26300 /11.56000 0.00000
0.00000 /
10.82800 0.00000 2.10300 /11.07200 0.00000 1.40200 /11.31600 0.00000 0.70100 /

)
(5/
1 1 3 /
15 1 3 /
(6/

					СПИ-402.270800.2016.ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		26

2 16 1 1 3 / 2 16 3 2 1 / 2 16 3 3 2 / 2 16 3 2 4 /
 2 16 3 3 4 / 2 16 1 1 4 / 3 16 1 1 3 / 3 16 3 2 1 /
 3 16 3 3 2 / 3 16 3 2 4 / 3 16 3 3 4 / 3 16 1 1 4 /
 4 16 1 1 3 / 4 16 3 2 1 / 4 16 3 3 2 / 4 16 3 2 4 /
 4 16 3 3 4 / 4 16 1 1 4 / 5 16 1 1 3 / 5 16 3 2 1 /
 5 16 3 3 2 / 5 16 3 2 4 / 5 16 3 3 4 / 5 16 1 1 4 /
 7 16 1 1 3 / 7 16 3 2 1 / 7 16 3 4 2 / 7 16 3 2 4 /
 7 16 3 4 4 / 7 16 1 1 4 / 8 16 1 1 3 / 8 16 3 2 1 /
 8 16 3 4 2 / 8 16 3 2 4 / 8 16 3 4 4 / 8 16 1 1 4 /
 9 16 1 1 3 / 9 16 3 2 1 / 9 16 3 4 2 / 9 16 3 2 4 /
 9 16 3 4 4 / 9 16 1 1 4 / 10 16 1 1 3 / 10 16 3 2 1 /
 10 16 3 4 2 / 10 16 3 2 4 / 10 16 3 4 4 / 10 16 1 1 4 /
 12 16 1 5 3 / 12 16 3 2 1 / 12 16 3 4 2 / 12 16 3 2 4 /
 12 16 3 4 4 / 12 16 1 5 4 / 13 16 1 5 3 / 13 16 3 2 1 /
 13 16 3 4 2 / 13 16 3 2 4 / 13 16 3 4 4 / 13 16 1 5 4 /
 14 16 1 5 3 / 14 16 3 2 1 / 14 16 3 4 2 / 14 16 3 2 4 /
 14 16 3 4 4 / 14 16 1 5 4 / 15 16 1 5 3 / 15 16 3 2 1 /
 15 16 3 4 2 / 15 16 3 2 4 / 15 16 3 4 4 / 15 16 1 5 4 /
 17 16 1 5 3 / 17 16 3 2 1 / 17 16 3 3 2 / 17 16 3 2 4 /
 17 16 3 3 4 / 17 16 1 5 4 / 18 16 1 5 3 / 18 16 3 2 1 /
 18 16 3 3 2 / 18 16 3 2 4 / 18 16 3 3 4 / 18 16 1 5 4 /
 19 16 1 5 3 / 19 16 3 2 1 / 19 16 3 3 2 / 19 16 3 2 4 /
 19 16 3 3 4 / 19 16 1 5 4 / 20 16 1 5 3 / 20 16 3 2 1 /
 20 16 3 3 2 / 20 16 3 2 4 / 20 16 3 3 4 / 20 16 1 5 4 /
)
 (7/
 1 -0.0377295 0 0 0 /
 2 0.0713801 0 0 0 /
 3 0.156017 0 0 0 /
 4 0.207002 0 0 0 /

Протокол расчета

Дата: 15.06.2016

GenuineIntel Intel(R) Celeron(R) CPU N3050 @ 1.60GHz 2 threads
 Microsoft RUS (build 9200), 64-bit

Размер доступной физической памяти = 160960000

09:20 Чтение исходных данных из файла C:\Users\Public\Documents\LIRA SAPR\LIRA
 SAPR 2013\Data\рама мансарды 1.txt

09:20 Контроль исходных данных основной схемы

Количество узлов = 17

Количество элементов = 16

ОСНОВНАЯ СХЕМА

09:20 Оптимизация порядка неизвестных

РАСЧЕТ НА СТАТИЧЕСКИЕ ЗАГРУЖЕНИЯ

09:20 Формирование матрицы жесткости

09:20 Формирование векторов нагрузок

09:20 Разложение матрицы жесткости

09:20 Вычисление неизвестных

09:20 Контроль решения

Формирование результатов

09:20 Формирование топологии

09:20 Формирование перемещений

09:20 Вычисление и формирование усилий в элементах

09:20 Вычисление и формирование реакций в элементах

09:20 Вычисление и формирование эпюр усилий в стержнях

09:20 Вычисление и формирование эпюр прогибов в стержнях

Суммарные узловые нагрузки на основную схему:

Загрузка 1 PX=-3.81639e-017 PY=0 PZ=1.15806 PUX=0 PUY=2.86229e-017 PUZ=0

Загрузка 2 PX=-5.55112e-017 PY=0 PZ=3.05561 PUX=0 PUY=-2.42861e-017 PUZ=0

Загрузка 3 PX=-0.537669 PY=0 PZ=1.16229e-009 PUX=0 PUY=-2.60209e-017 PUZ=0

Загрузка 4 PX=-0.537669 PY=0 PZ=4.21366 PUX=0 PUY=-2.60209e-017 PUZ=0

Расчет успешно завершен

Затраченное время = 0.01 мин

					СИ-402.270800.2016.ВКР	Лист
						27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Единицы измерения линейных перемещений: мм
 Единицы измерения угловых перемещений: RD*1000

Коэффициенты сочетаний

N загруз.	Вид	1	2	3
1	Постоянное (P)	1	1	1
2	Длит. доминир.1 (P11)	1	1	1
3	Длит. доминир.1 (P11)	1	1	1
4	Длит. доминир.1 (P11)	1	1	1

Tue Jun 15 09:20:25 2016 рама 1 основная схема 1

П Е Р Е М Е Щ Е Н И Я У З Л О В.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1 - СОВБЕС									
X	-4.0813	-1.8597	-3.4145	-4.2991		-2.8683	-1.3088	-2.7649	
Z	1.3298	.62147	1.1389	1.4251	-9.5987	-1.9158	-6.0618	-8.8223	
UY	-2.7085	1.3342	-2.5034	-1.8246	-5.7711	3.5042	3.0688	1.4325	
2 - СНЕГ									
X	-11.835	-5.3932	-9.9022	-12.467		-8.3182	-3.7958	-8.0183	
Z	3.8566	1.8022	3.3028	4.1330	-27.836	-5.5560	-17.579	-25.584	
UY	-7.8548	3.8694	-7.2600	-5.2915	-1.6736	10.162	8.8996	4.1545	
3 - ВЕТЕР									
X	32.950	10.073	19.365	27.186	28.388	34.588	33.896	31.557	
Z	-11.435	-3.4972	-6.7228	-9.4370	.58748	-15.687	-13.848	-7.7121	
UY	14.559	6.5079	13.984	12.354	9.8139	-7.1472	.78268	-3.5907	-6.3286
4 - СОВБЕС, СНЕГ, ВЕТЕР									
X	17.033	2.8203	6.0482	10.420	28.388	23.402	28.791	30.479	
Z	-6.2489	-1.0735	-2.2810	-3.8788	-36.847	-23.159	-37.489	-42.119	
UY	3.9963	11.711	4.2208	5.2380	7.5632	-7.1472	14.449	8.3777	-7.4151
10									
11									
12									
13									
15									
16									
17									
18									
1 - СОВБЕС									
X	4.0813	.27649	1.3088	2.8683		4.2991	3.4145	1.8597	
Z	1.3298	-8.8223	-6.0618	-1.9158		1.4251	1.1389	.62147	
UY	-1.3342	-1.4325	-3.0688	-3.5042	2.7085	.57711	1.8246	2.5034	
2 - СНЕГ									
X	11.835	.80183	3.7958	8.3182		12.467	9.9022	5.3932	
Z	3.8566	-25.584	-17.579	-5.5560		4.1330	3.3028	1.8022	
UY	-3.8694	-4.1545	-8.8996	-10.162	7.8548	1.6736	5.2915	7.2600	
3 - ВЕТЕР									
X	32.422	31.469	33.630	34.155		26.646	18.921	9.8218	
Z	11.252	8.6650	14.344	15.747		9.2496	6.5688	3.4099	
UY	6.5993	-6.0039	-3.1886	1.0840	14.185	9.7542	12.142	13.656	
4 - СОВБЕС, СНЕГ, ВЕТЕР									
X	48.340	32.547	38.735	45.341		43.413	32.238	17.074	
Z	16.438	-25.742	-9.2961	8.2758		14.807	11.010	5.8336	
UY	1.3956	-11.591	-15.157	-12.582	24.748	12.004	19.259	23.419	

Единицы измерения усилий: кН
 Единицы измерения напряжений: кН/м**2
 Единицы измерения моментов: кН*м
 Единицы измерения распределенных моментов: (кН*м)/м
 Единицы измерения распределенных перерезывающих сил: кН/м
 Единицы измерения перемещений поверхностей в элементах: м

Tue Jun 15 09:20:59 2016 рама 1 основная схема 1

У С И Л И Я /НАПРЯЖЕНИЯ/ В ЭЛЕМЕНТАХ.									
2_	2-1	2-2	3-1	3-2	4-1	4-2	5-1	5-2	
	1	1	3	3	4	4	5	5	
	3	3	4	4	5	5	2	2	

1-	СОБВЕС								
N	-6.24912	-5.75842	-5.75842	-5.26772	-5.26772	-4.77702	-4.77702	-4.28632	
M		-.568044	-.568044	-1.26286	-1.26286	-2.08446	-2.08446	-3.03283	
Q	-.679899	-.850699	-.850699	-1.02149	-1.02149	-1.19229	-1.19229	-1.36309	
2-	СНЕГ								
N	-18.1224	-16.6994	-16.6994	-15.2763	-15.2763	-13.8533	-13.8533	-12.4303	
M		-1.64732	-1.64732	-3.66230	-3.66230	-6.04492	-6.04492	-8.79520	
Q	-1.97170	-2.46702	-2.46702	-2.96234	-2.96234	-3.45766	-3.45766	-3.95298	
3-	ВЕТЕР								
N	2.13704	2.04676	2.04676	1.95648	1.95648	1.86620	1.86620	1.77592	
M		1.50216	1.50216	2.81181	2.81181	3.92893	3.92893	4.85354	
Q	2.15347	1.89410	1.89410	1.63473	1.63473	1.37536	1.37536	1.11599	
4-	СОБВЕС, СНЕГ, ВЕТЕР								
N	-22.2345	-20.4110	-20.4110	-18.5876	-18.5876	-16.7641	-16.7641	-14.9407	
M		-.713205	-.713205	-2.11335	-2.11335	-4.20045	-4.20045	-6.97449	
Q	-.498123	-1.42361	-1.42361	-2.34910	-2.34910	-3.27459	-3.27459	-4.20007	

2_	7-1	7-2	8-1	8-2	9-1	9-2	10-1	10-2	
	2	2	7	7	8	8	9	9	
	7	7	8	8	9	9	6	6	

1-	СОБВЕС								
N	-3.80390	-3.48260	-3.48260	-3.16130	-3.16130	-2.84000	-2.84000	-2.51870	
M	-3.03283	-.487304	-.487304	.977321	.977321	1.36103	1.36103	.663851	
Q	2.40019	1.55949	1.55949	.718795	.718795	-.121904	-.121904	-.962604	
2-	СНЕГ								
N	-11.0313	-10.0995	-10.0995	-9.16778	-9.16778	-8.23601	-8.23601	-7.30424	
M	-8.79520	-1.41317	-1.41317	2.83422	2.83422	3.94700	3.94700	1.92516	
Q	6.96055	4.52252	4.52252	2.08450	2.08450	-.353522	-.353522	-2.79154	
3-	ВЕТЕР								
N	1.99765	1.55328	1.55328	1.10891	1.10891	.664544	.664544	.220174	
M	4.85354	3.92235	3.92235	2.77281	2.77281	1.40491	1.40491	-.181337	
Q	-.639339	-.809169	-.809169	-.978999	-.978999	-1.14882	-1.14882	-1.31865	
4-	СОБВЕС, СНЕГ, ВЕТЕР								
N	-12.8375	-12.0288	-12.0288	-11.2201	-11.2201	-10.4114	-10.4114	-9.60277	
M	-6.97449	2.02187	2.02187	6.58436	6.58436	6.71296	6.71296	2.40767	
Q	8.72141	5.27285	5.27285	1.82430	1.82430	-1.62425	-1.62425	-5.07281	

2_	12-1	12-2	13-1	13-2	14-1	14-2	15-1	15-2	
	6	6	11	11	12	12	13	13	
	11	11	12	12	13	13	10	10	

1-	СОБВЕС								
N	-2.51870	-2.84000	-2.84000	-3.16130	-3.16130	-3.48260	-3.48260	-3.80390	
M	.663851	1.36103	1.36103	.977321	.977321	-.487304	-.487304	-3.03283	
Q	.962604	.121904	.121904	-.718795	-.718795	-1.55949	-1.55949	-2.40019	
2-	СНЕГ								
N	-7.30424	-8.23601	-8.23601	-9.16778	-9.16778	-10.0995	-10.0995	-11.0313	
M	1.92516	3.94700	3.94700	2.83422	2.83422	-1.41317	-1.41317	-8.79520	
Q	2.79154	.353522	.353522	-2.08450	-2.08450	-4.52252	-4.52252	-6.96055	

3-	ВЕТЕР							
N	-0.715423	-1.05170	-1.05170	-1.38798	-1.38798	-1.72426	-1.72426	-2.06054
M	-0.181337	-1.55079	-1.55079	-2.75500	-2.75500	-3.79397	-3.79397	-4.66770
Q	-1.12938	-1.00086	-1.00086	-0.872344	-0.872344	-0.743824	-0.743824	-0.615304
4-	СОВБЕС, СНЕГ, ВЕТЕР							
N	-10.5383	-12.1277	-12.1277	-13.7170	-13.7170	-15.3064	-15.3064	-16.8957
M	2.40767	3.75725	3.75725	1.05654	1.05654	-5.69445	-5.69445	-16.4957
Q	2.62476	-0.525438	-0.525438	-3.67564	-3.67564	-6.82584	-6.82584	-9.97605

2_	17-1	17-2	18-1	18-2	19-1	19-2	20-1	20-2
	10	10	16	16	17	17	18	18
	16	16	17	17	18	18	15	15

1-	СОВБЕС							
N	-4.28632	-4.77702	-4.77702	-5.26772	-5.26772	-5.75842	-5.75842	-6.24912
M	-3.03283	-2.08446	-2.08446	-1.26286	-1.26286	-0.568044	-0.568044	
Q	1.36309	1.19229	1.19229	1.02149	1.02149	0.850699	0.850699	0.679899

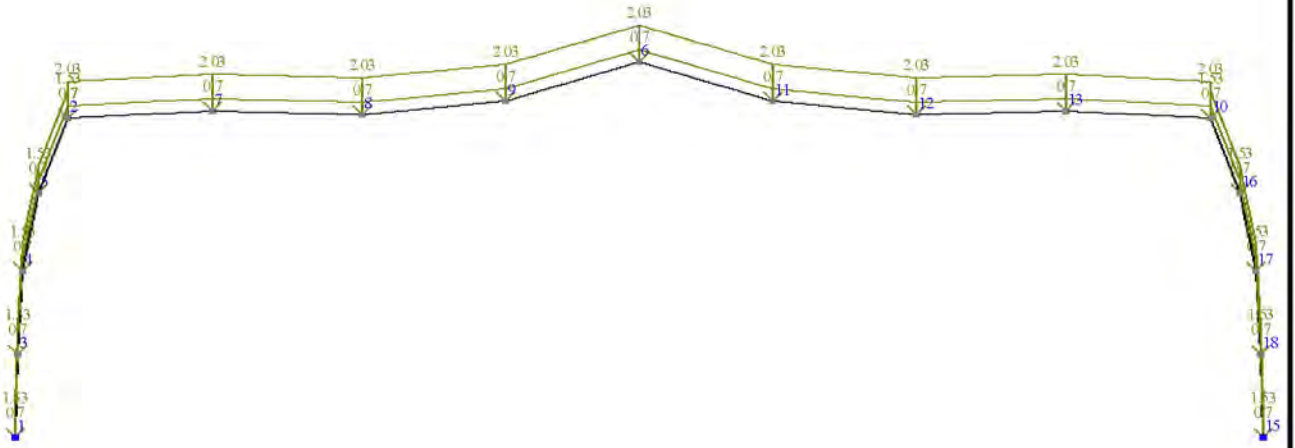
Tue Jun 14 15:38:59 2016 рама 1 основная схема 2

У С И Л И Я /НАПРЯЖЕНИЯ/ В ЭЛЕМЕНТАХ.								
2_	17-1	17-2	18-1	18-2	19-1	19-2	20-1	20-2
	10	10	16	16	17	17	18	18
	16	16	17	17	18	18	15	15

2-	СНЕГ							
N	-12.4303	-13.8533	-13.8533	-15.2763	-15.2763	-16.6994	-16.6994	-18.1224
M	-8.79520	-6.04492	-6.04492	-3.66230	-3.66230	-1.64732	-1.64732	
Q	3.95298	3.45766	3.45766	2.96234	2.96234	2.46702	2.46702	1.97170
3-	ВЕТЕР							
N	-1.79806	-1.86638	-1.86638	-1.93470	-1.93470	-2.00302	-2.00302	-2.07134
M	-4.66770	-3.71931	-3.71931	-2.62523	-2.62523	-1.38546	-1.38546	
Q	1.17958	1.37586	1.37586	1.57214	1.57214	1.76842	1.76842	1.96470
4-	СОВБЕС, СНЕГ, ВЕТЕР							
N	-18.5147	-20.4967	-20.4967	-22.4788	-22.4788	-24.4608	-24.4608	-26.4429
M	-16.4957	-11.8487	-11.8487	-7.55039	-7.55039	-3.60083	-3.60083	
Q	6.49566	6.02582	6.02582	5.55598	5.55598	5.08614	5.08614	4.61630

					СП-402.270800.2016.ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		30

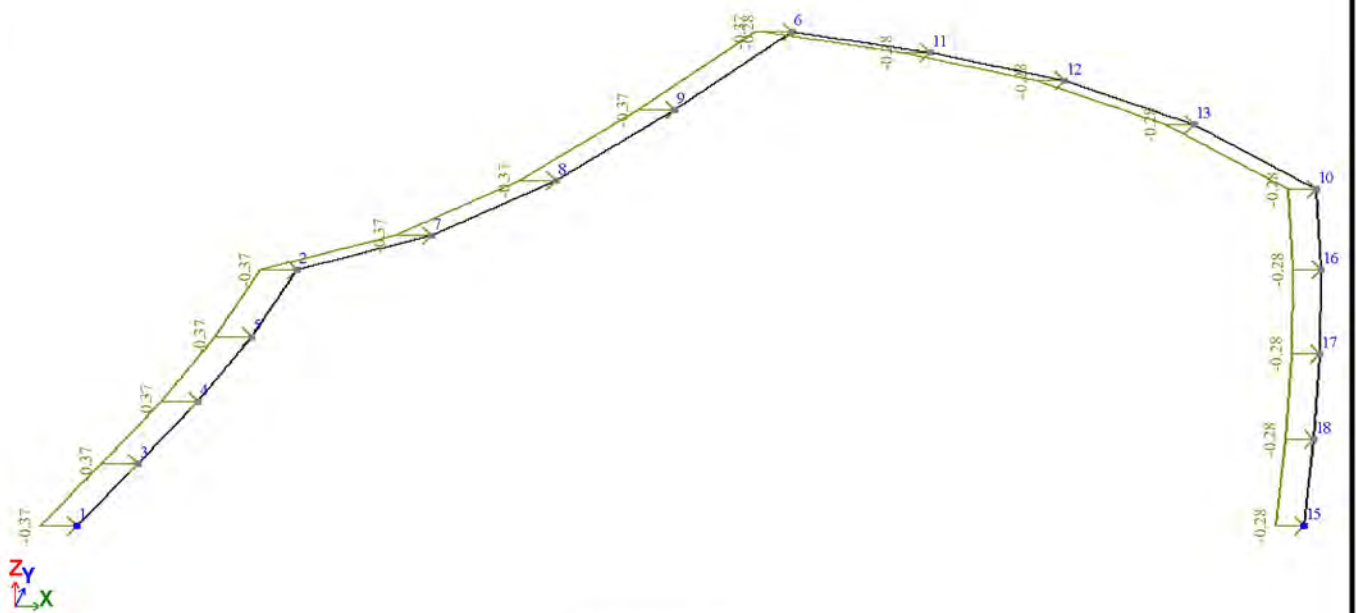
общее, шаг



Z
Y
X

Рисунок 6

ветер



Z
Y
X

Рисунок 7

					СП-402.270800.2016.ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		31

собвес, снег, ветер
Эшора Му
Единицы измерения - кН*м

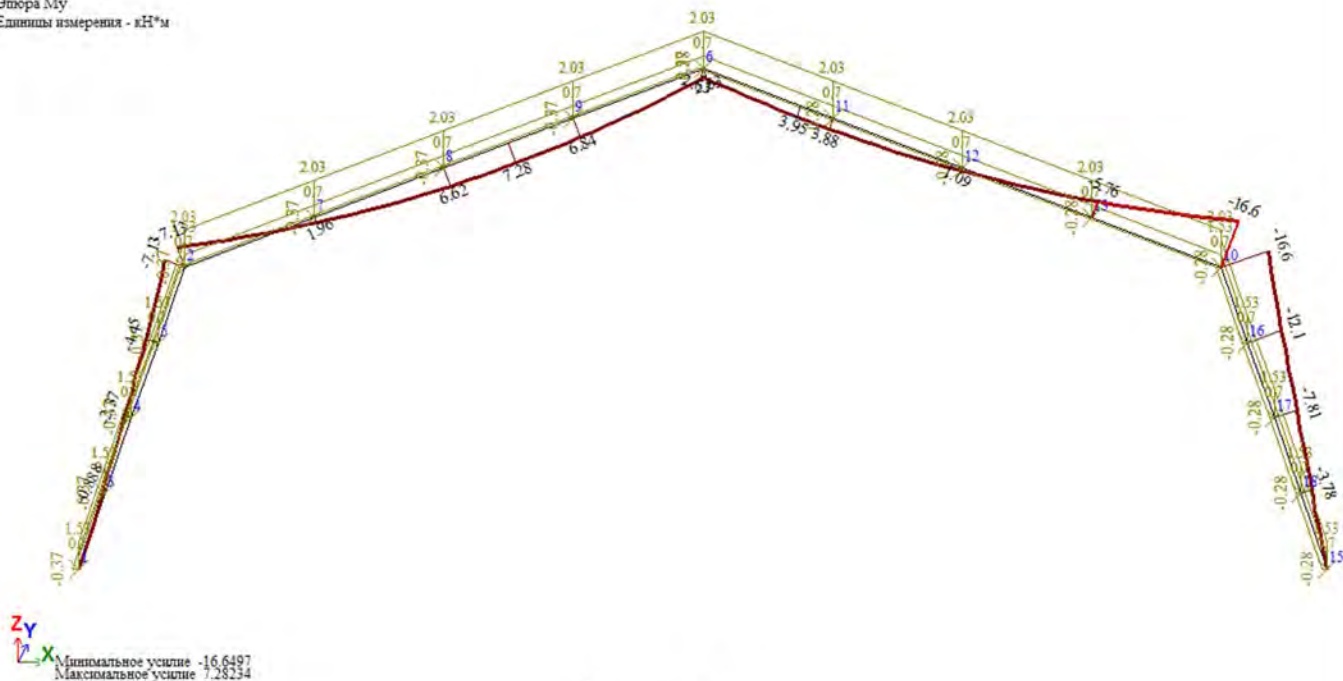


Рисунок 8

собвес, снег, ветер
Эшора Qz
Единицы измерения - кН

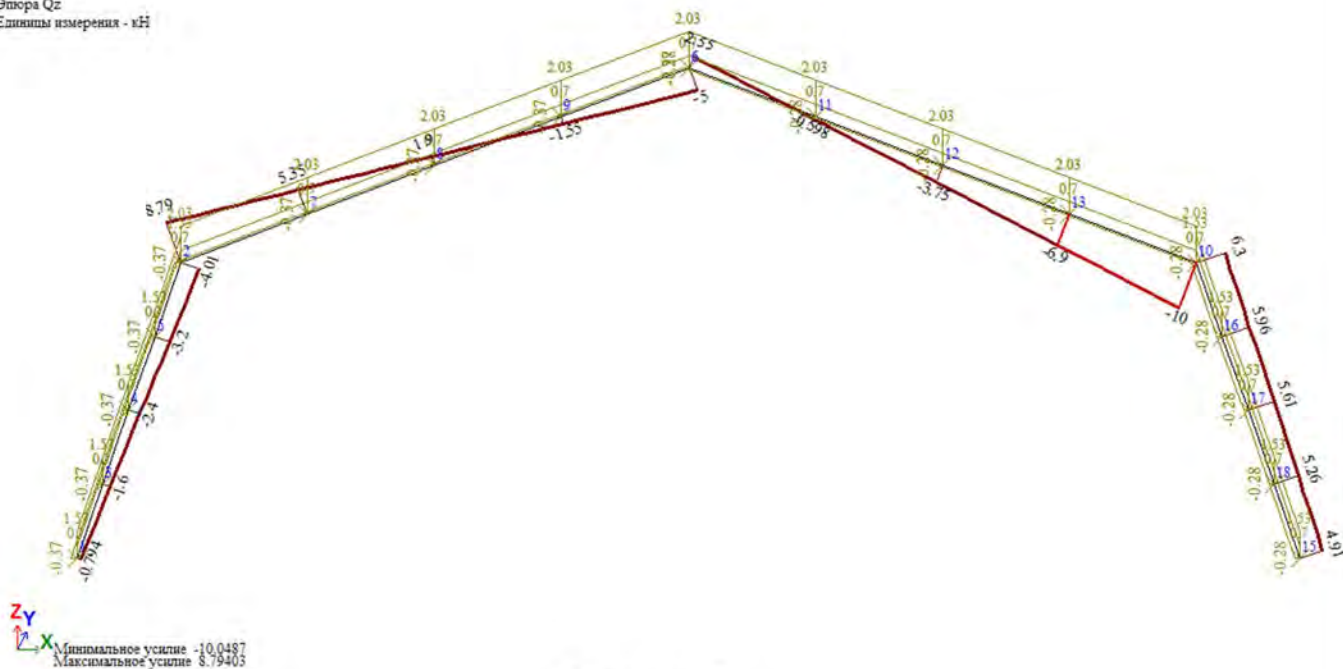


Рисунок 9

собес, снег, ветер
Этора N
Единицы измерения - кН

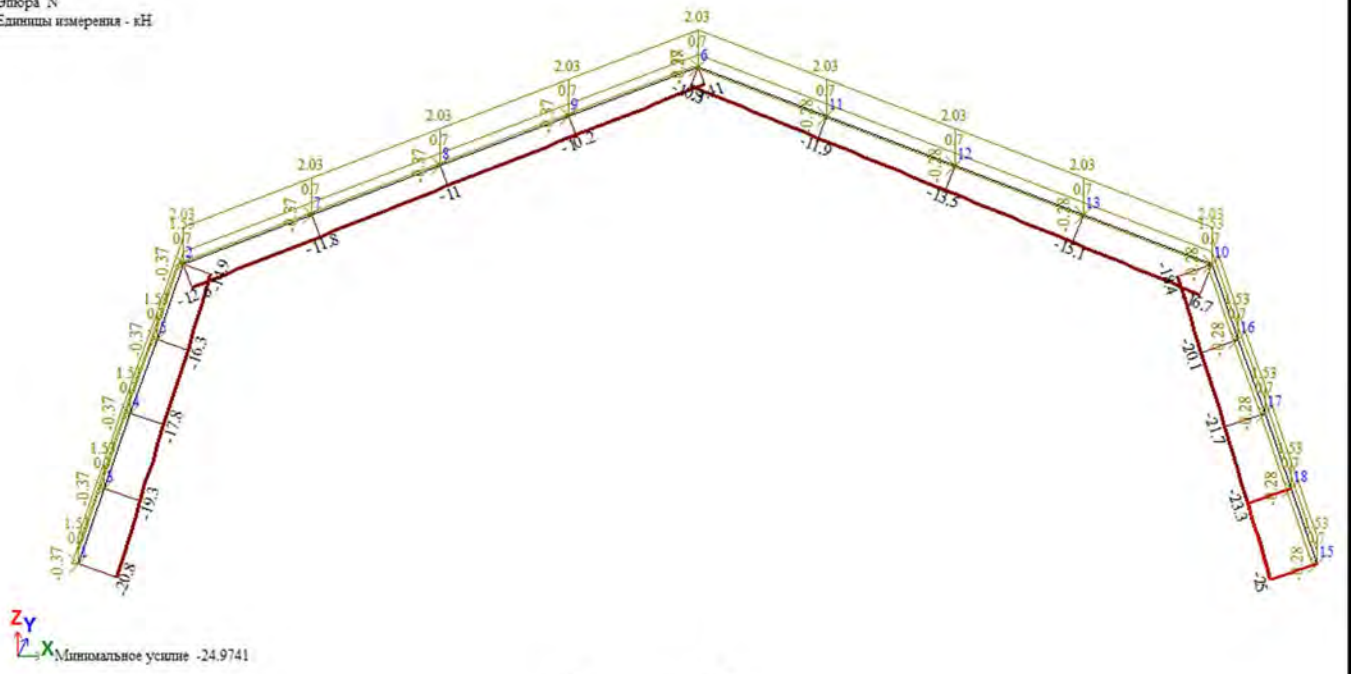


Рисунок 10

собес, снег, ветер
Мозаика перемещений по X(G)
Единицы измерения - мм

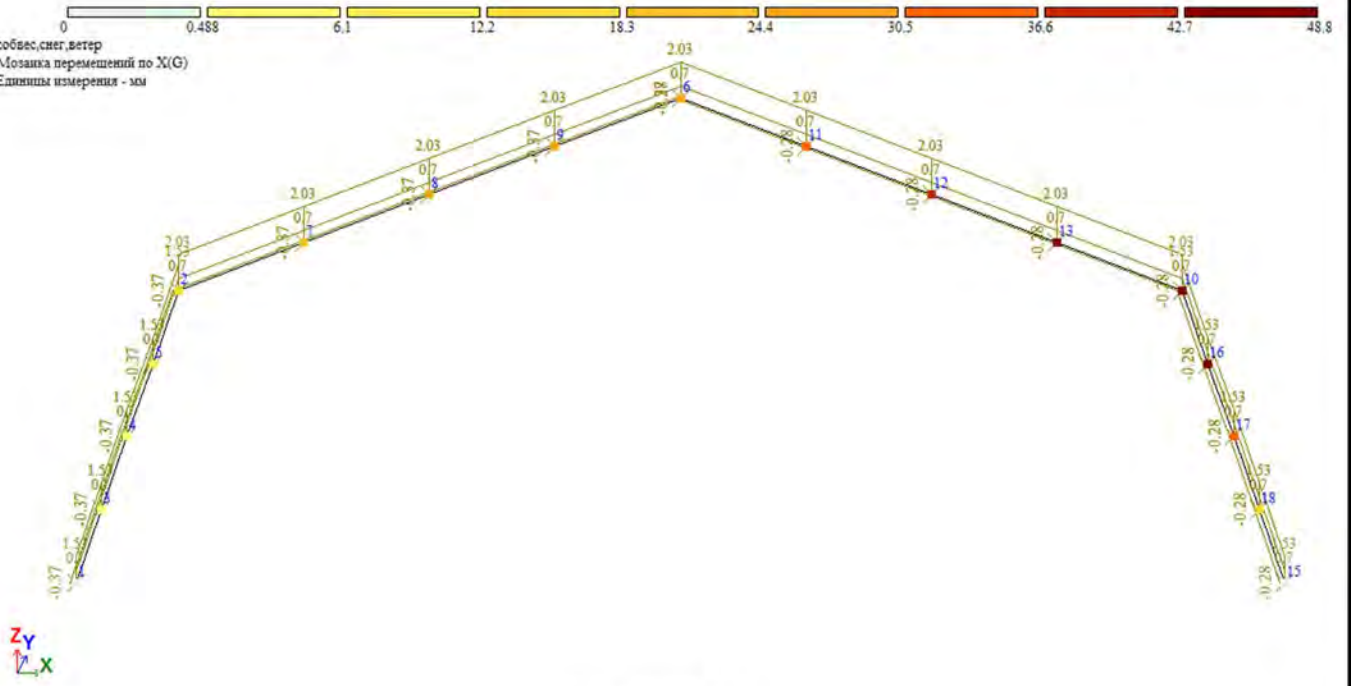


Рисунок 11

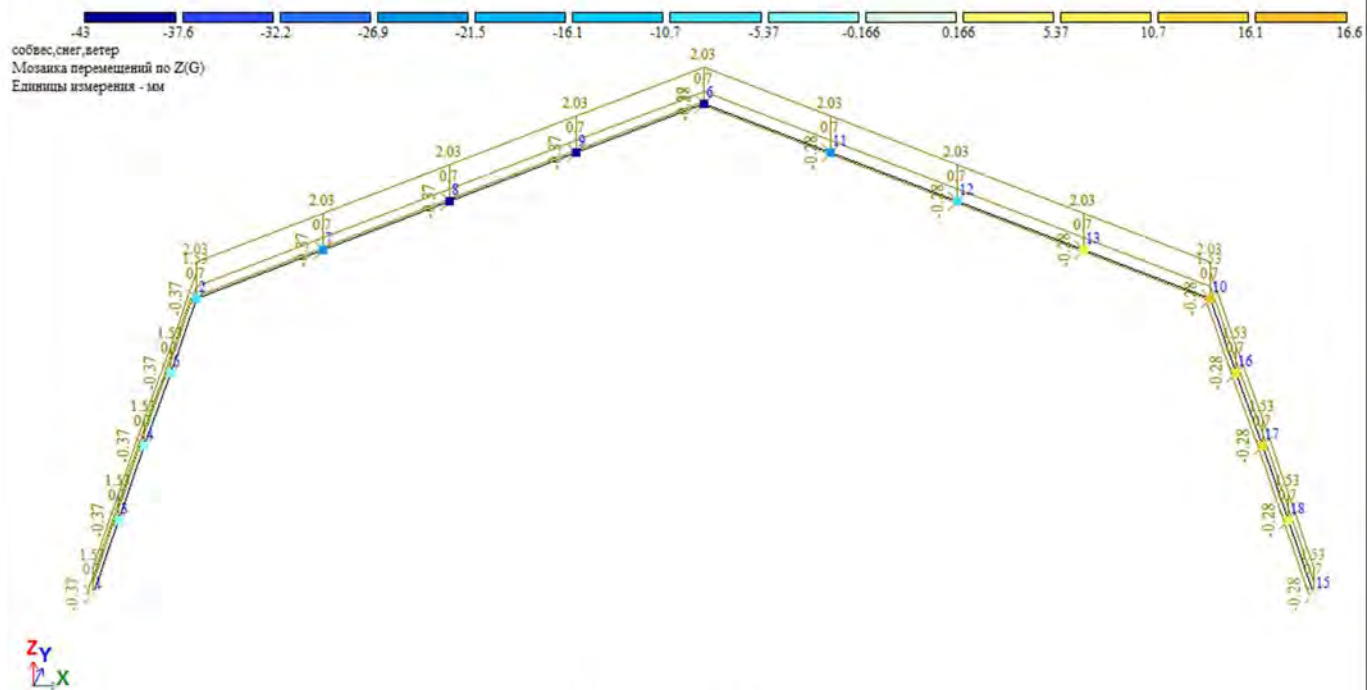


Рисунок 12

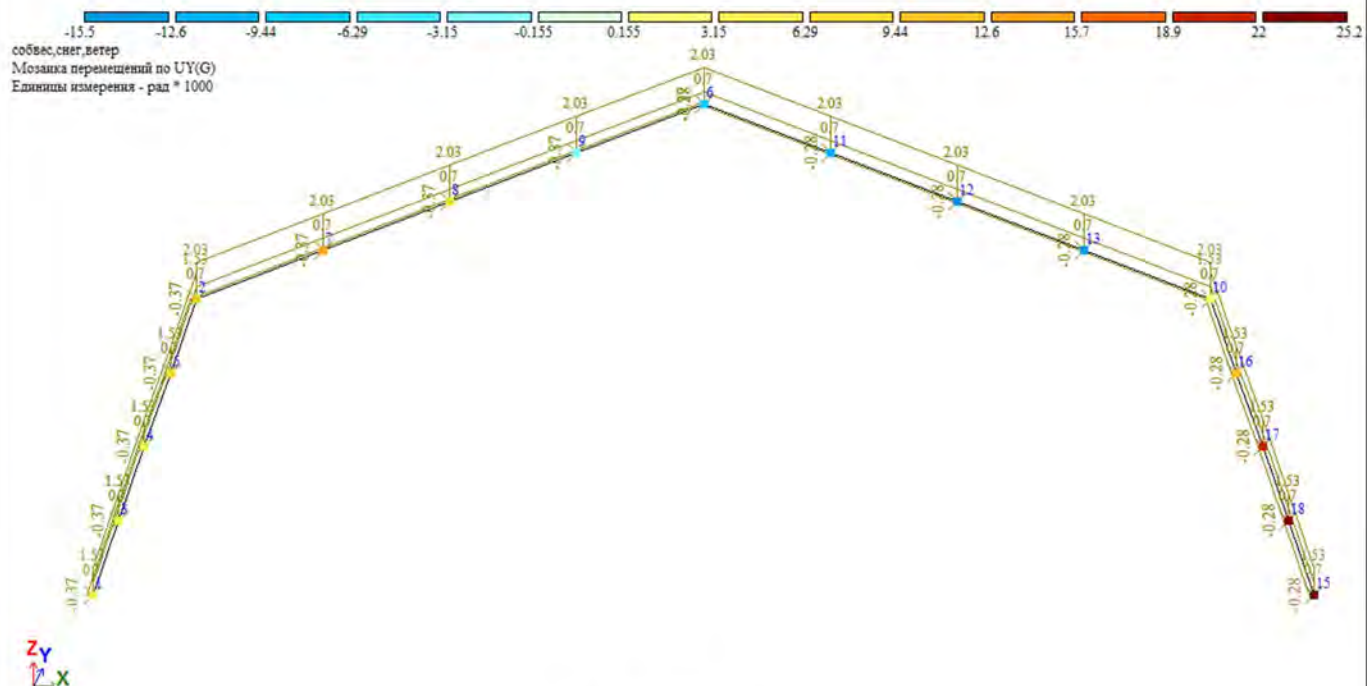


Рисунок 13

Испытания натурального фрагмента мансарды

Испытывался натуральный фрагмент мансардной надстройки, изготовленный из гнутых профилей, производство фирмы «ИНСИ», с габаритными размерами: пролетом – 11,52 м, шириной - 2,8 м, высотой - 4,64м.

Посередине пролета вдоль здания устанавливаются колонны из прокатных швеллеров № 10 (ГОСТ 8240-72), сваренных в коробку. Колонны на верхнем конце соединяются между собой прокатной двутавровой балкой № 20 (ГОСТ 8239-72).

Нижний конец колонны опирается на опорную плиту размером 320*200*20 мм и крепится к основанию при помощи двух болтов диаметром 20 мм. За основание был принят швеллер № 30 длиной 3200 мм, на который опирались колонны. Швеллер крепился к силовому полу лаборатории при помощи трех анкерных болтов диаметром 48 мм.

Колонны связаны между собой крестовыми связями из равнобоких уголков (50*5) ГОСТ 8509-72.

К стенке балки приварены поперечные ребра жесткости толщиной 6 мм с двумя отверстиями диаметром 18 мм. К ребрам прокатной балки № 20 с двух сторон присоединяются на двух болтах нормальной точности диаметром 16 мм несущие полурамы, изготовленные из гнутого тонкостенного швеллера ПС 200*1,5.

Полурамы собираются из двух элементов, в месте перелома элементы рамы соединяются между собой Г-образными фасонками толщиной 6 мм и двенадцатью болтами нормальной точности диаметром 16 мм.

На другом конце, в опорном узле, полурамы опираются на опорные стойки, выполненные из прокатных швеллеров № 12. Сопряжения полурамы со стойкой осуществляется на трех болтах нормальной точности диаметром 16 мм. Стойки опираются на плиту 250*200*20 мм, которая крепится к основанию при помощи двух анкеров диаметром 16 мм. Опорные плиты стоек опираются на швеллер № 30 (ГОСТ 8240-72), длиной 3200 мм, который крепился к силовому полу лаборатории при помощи трех анкерных болтов диаметром 48 мм.

					СИ-402.270800.2016.ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		35

По верхнему поясу ПС 200*1,5, из которого изготовлены полурамы были закреплены прогоны из шляпного профиля ПШ, с толщиной стенки 0,7 мм, с шагом 350 мм. Шляпный профиль крепится к каждой раме двумя саморезующими винтами диаметром 3 мм.

По прогонам из шляпного профиля укладывалась металлочерепица Joker 49, толщиной 0,5 мм, которая крепилась к прогонам на самонарезающие винты, диаметром 3 мм, через одну волну в поперечном направлении и через одну складку в продольном.

По нижнему поясу несущего швеллера были закреплены прогоны, гнутые швеллеры, высотой 110 мм и толщиной 1,0 мм (ПП 110*1,0). Швеллеры (ПП 110x0,7) предназначены для крепления утеплителя и подвесного потолка и обеспечивают устойчивость нижнего пояса рамы горизонтальной плоскости.

					СПИ-402.270800.2016.ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		36

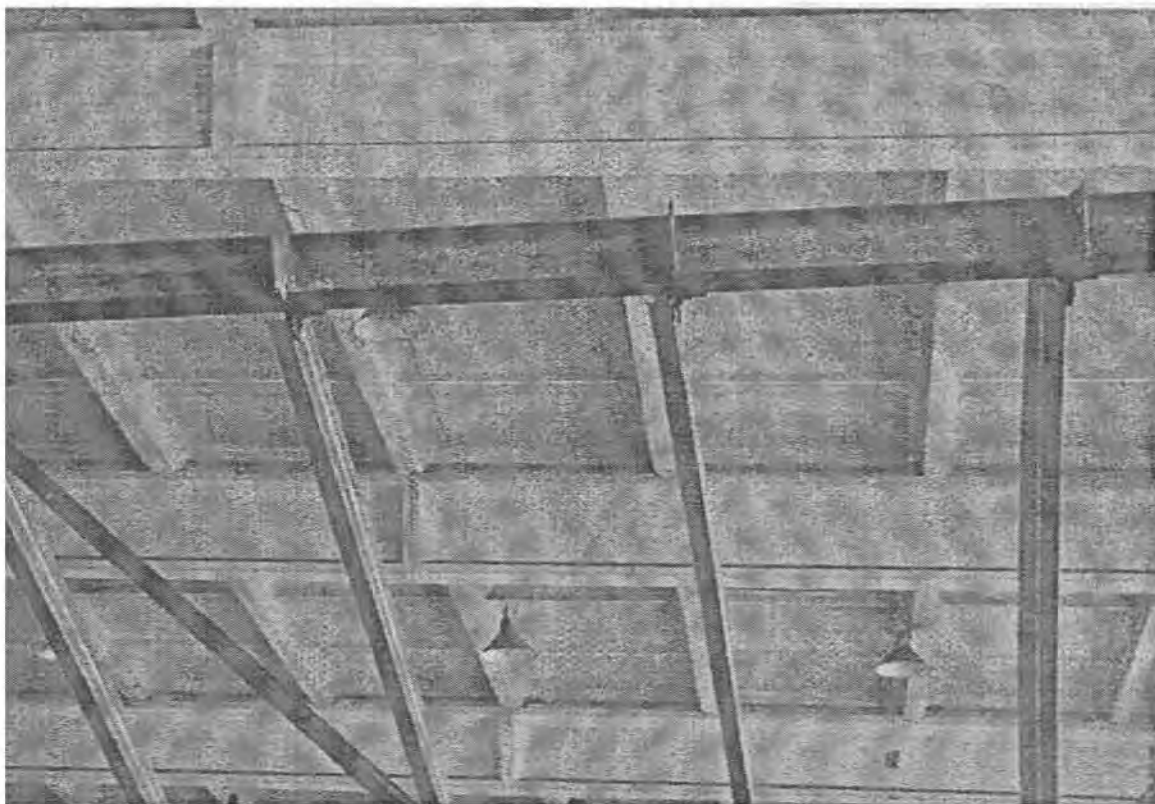


Рисунок 14. Коньковый узел

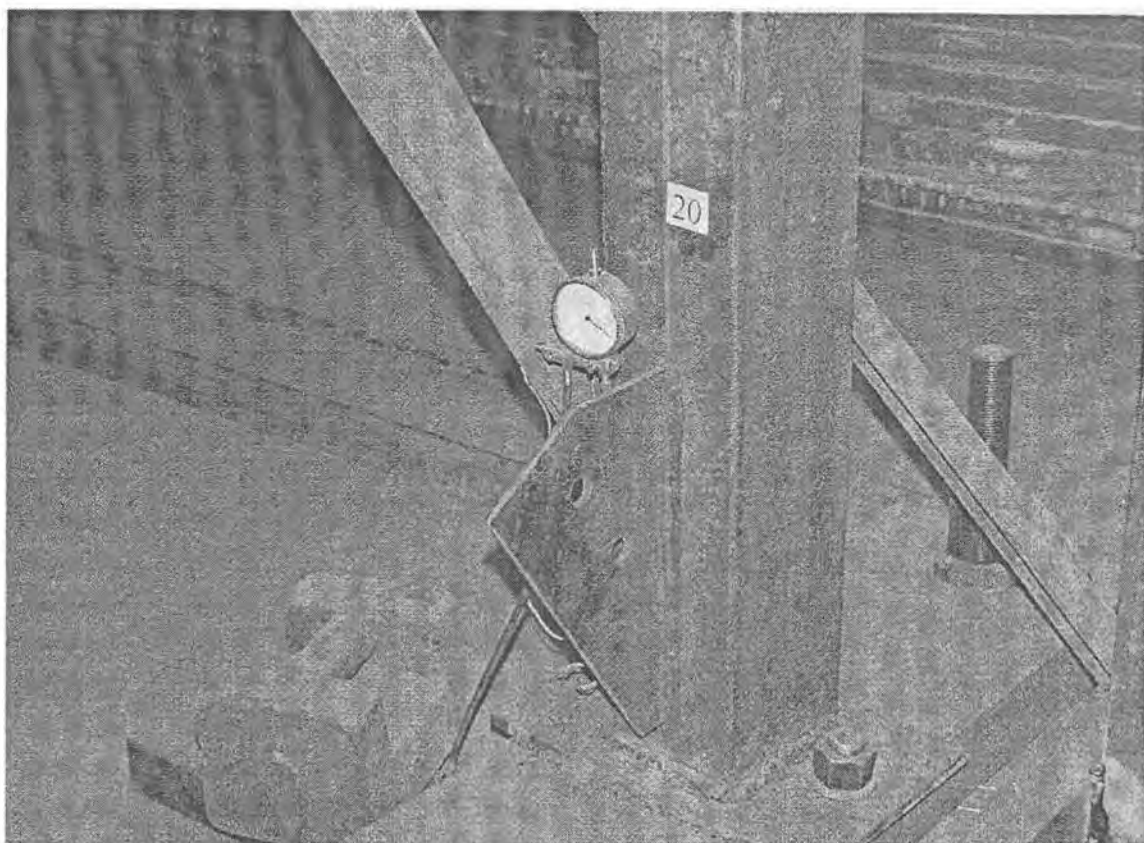


Рисунок 15. Опорный узел колонны

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

СП-402.270800.2016.ВКР

Лист

37

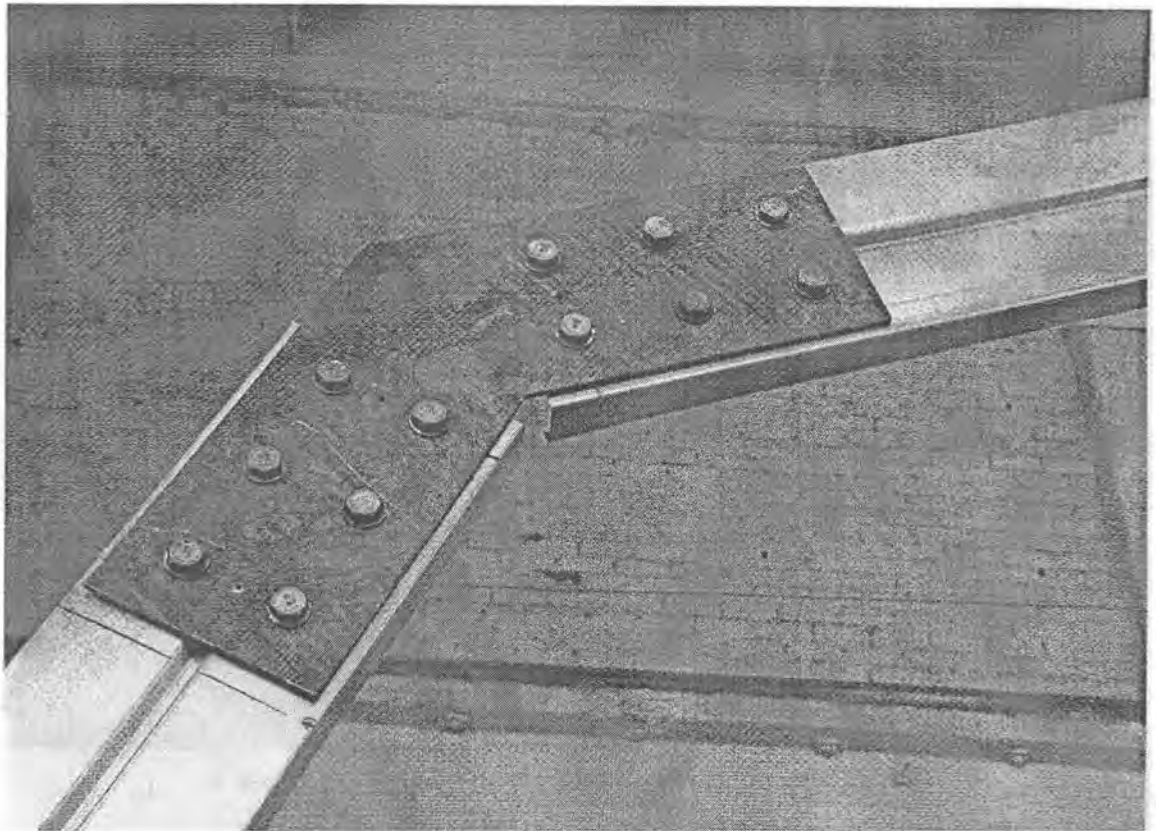


Рисунок 16. Изгиб полурамы



Рисунок 17. Опорные узлы полурам

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

СП-402.270800.2016.ВКР

Лист

38



Рисунок 18. Опорный узел стойки

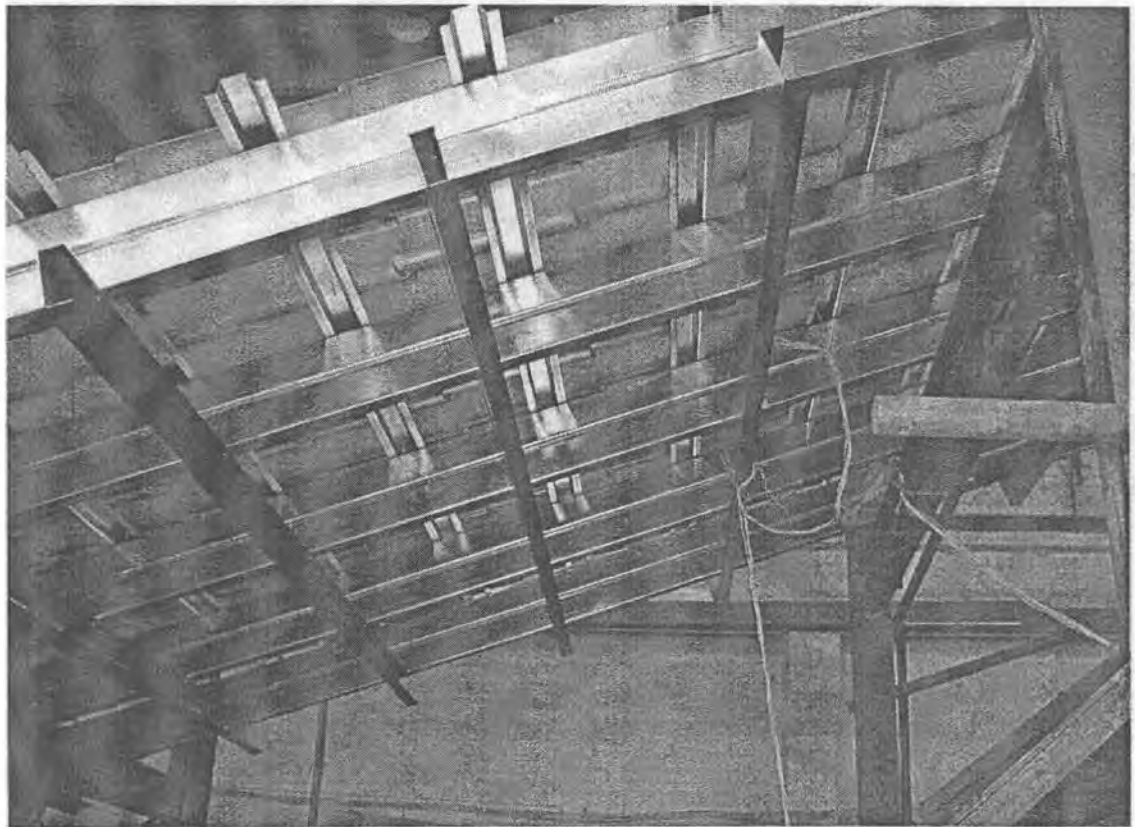


Рисунок 19. Конструкция настила и прогонов

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

СП-402.270800.2016.ВКР

Лист

39

Методика проведения испытаний конструкций мансарды

Программа нагружения конструкции состояла из нагрузок на конструкцию мансарды от собственного веса, ветра и снега, а так же от пяти различных комбинаций нагрузки, встречающейся при эксплуатации.

Испытание конструкции мансарды проводилось на следующие комбинации нагрузок:

Постоянная (собственный вес) и ветровая нагрузки;

Постоянная, равномерная снеговая ($K = 0,5$) и ветровая нагрузки;

Постоянная, равномерная снеговая ($K = 1$) и ветровая нагрузки;

Постоянная, равномерная снеговая ($K = 1,25$) и ветровая нагрузки;

Постоянная, равномерная снеговая ($K = 1$) и ветровая нагрузки;

Нагружение конструкции производилось стандартными гирями по 20 кг.

Гири раскладывались по возможности равномерно, максимально близко к реальному нагружению.

Для нагружения, имитирующего ветровую нагрузку, к боковым поверхностям конструкции, через систему балансиров, прикладывалась нагрузка, создаваемая весом пакета гирь, привязанных к канату, перекинутом, через опорную стойку. Нагрузка создавалась гирями весом в 20 кг:

- для напора - 15 гирь (300 кг),

- для отсоса - 12 гирь (240 кг).

Расчетная нагрузка от собственного веса, составляет $0,62 \text{ кН/м}^2$, и состоит из следующих составляющих:

Металлочерепица- $0,048 \text{ кН/м}^2$;

Обрешетка ПШ- $0,036 \text{ кН/м}^2$;

Рамы ПС- $0,101 \text{ кН/м}^2$;

Изоспан А- $0,001 \text{ кН/м}^2$;

Прогоны ПП- $0,038 \text{ кН/м}^2$;

Утеплитель минвата- $0,132 \text{ кН/м}^2$;

Изоспан В- $0,001 \text{ кН/м}^2$;

Лист ГВЛ (2слоя)- $0,220 \text{ кН/м}^2$.

					СП-402.270800.2016.ВКР	Лист
						40
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Вследствие того, что в исследуемой конструкции отсутствовали гидро- и пароизоляция, утеплитель и листы ГВЛ, то нагрузка от них задавалась гирями, на боковые части путем подвешивания гирь к прогонам ПП, а на верхнюю часть конструкции следующей раскладкой гирь. По ширине конструкции 2,8 м, металлочерепица имеет 13 впадин, образованных профилем. На верхней части конструкции, были смонтированы 13 рядов брусков для предотвращения скольжения гирь. Если обозначить номера желобов арабскими цифрами, а номера брусков римскими, то раскладку гирь по каждой стороне, можно представить в виде таблицы, где цифры в ячейках обозначают количество гирь. Раскладка гирь, соответствующая снеговой нагрузке и ее комбинациям, приведена в таблицах.

					СИ-402.270800.2016.ВКР	Лист
						41
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Металлочерепица "Joker"



Саморезы $D=3\text{мм}$, расставлены
через 1 волну

Профиль ПП 110*1,5

Шляпный профиль

Профиль ПС 200*1,5

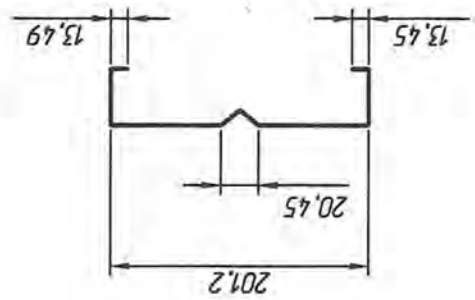
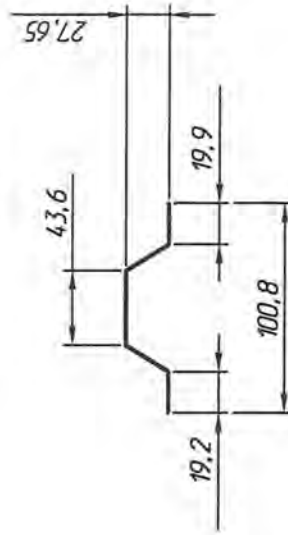
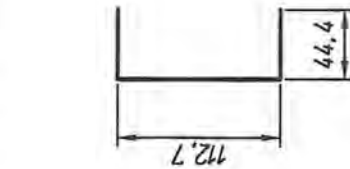


Рисунок 20. Составные части мансарды

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

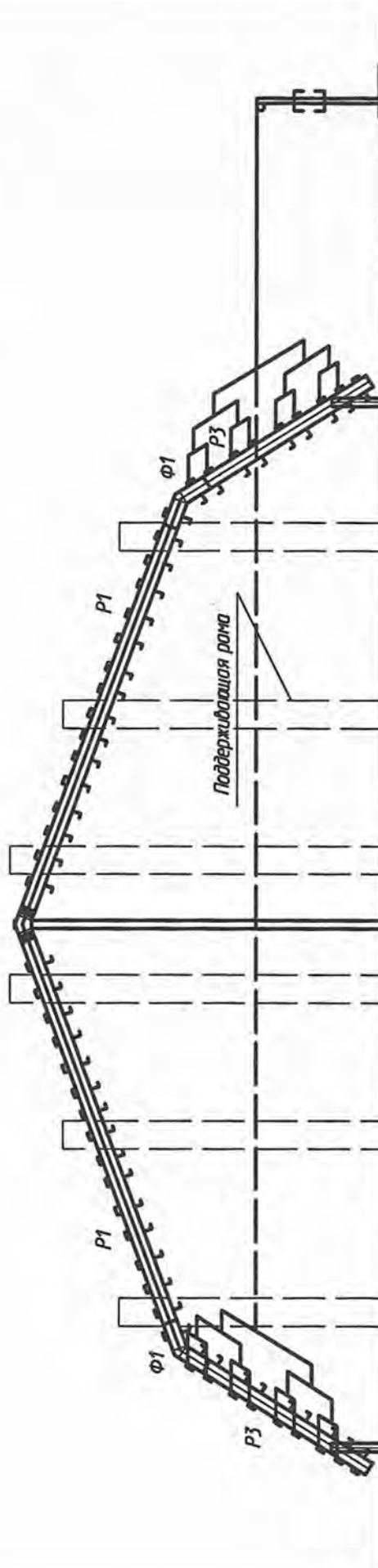


Рисунок 21. Схема создания ветровой нагрузки

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

СП-402.270800.2016.ВКР

Лист

43



Рисунок 22. Система моделирования ветровой нагрузки

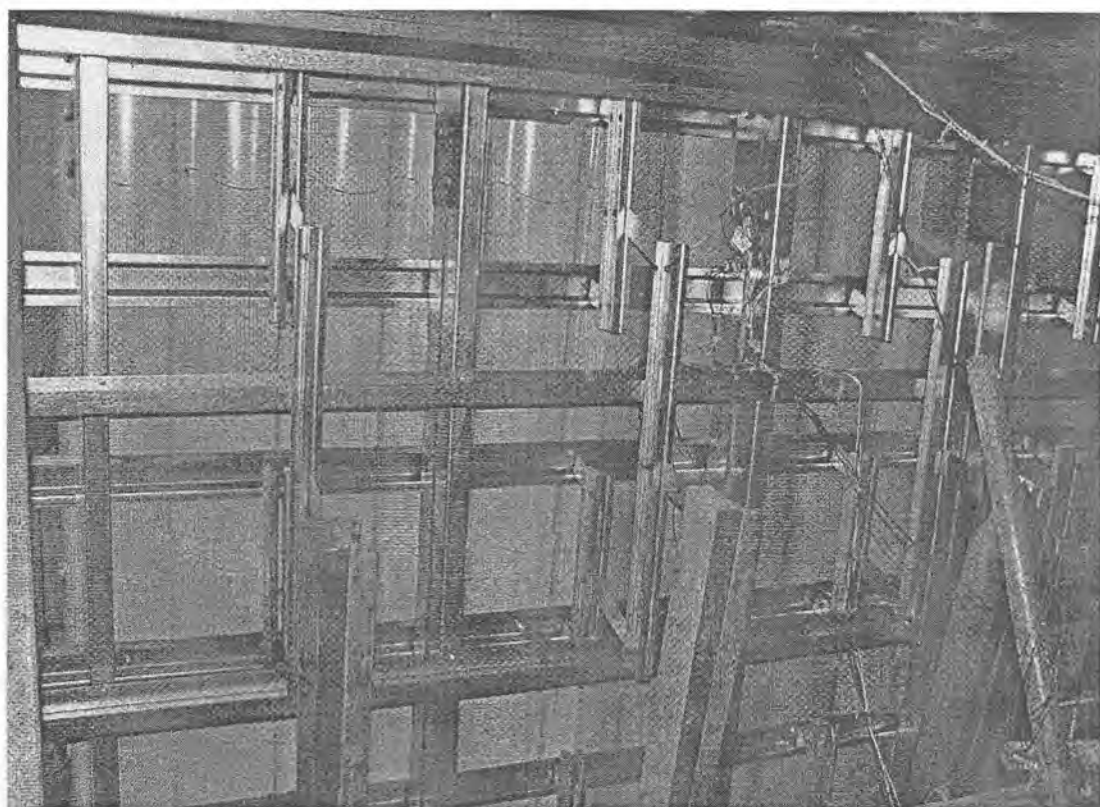


Рисунок 23. Система моделирования напора ветровой нагрузки

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

СП-402.270800.2016.ВКР

Лист

44

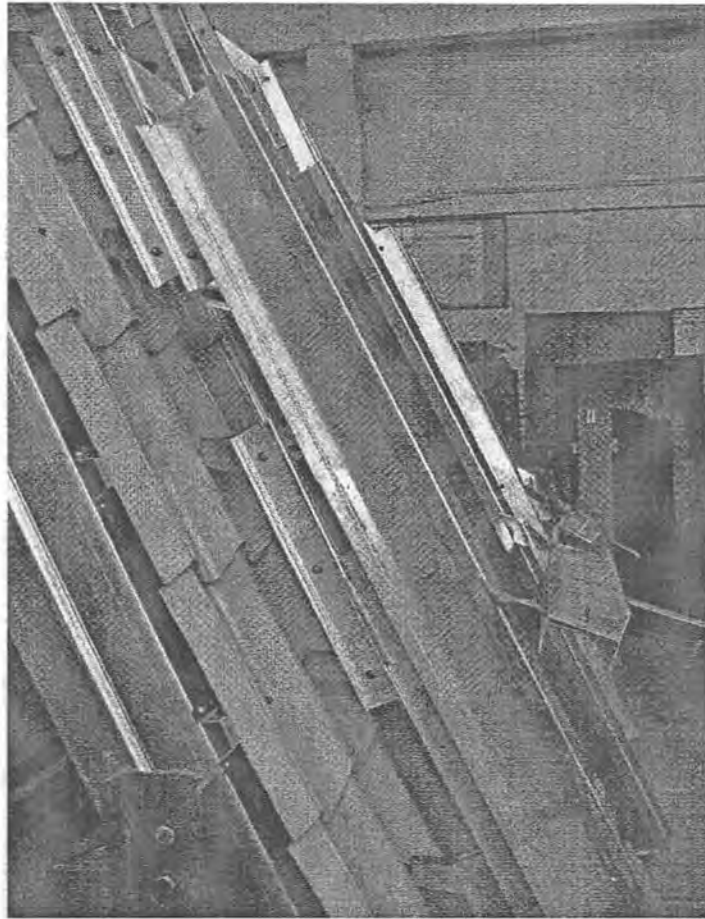


Рисунок 24. Система моделирования отсоса ветровой нагрузки

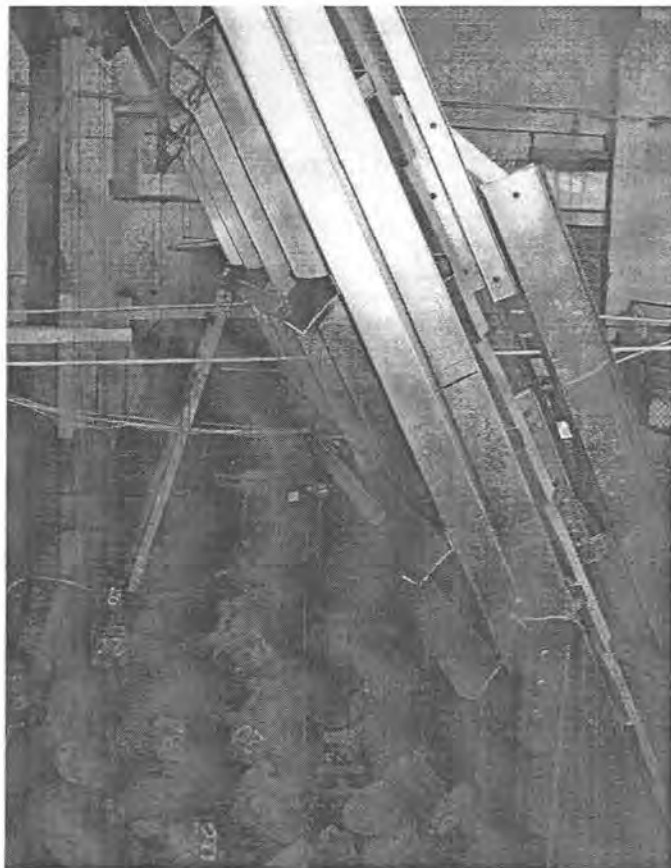


Рисунок 25. Нагрузка от собственного веса

					СП-402.270800.2016.ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		45

Таблица 7 - Нагрузка от собственного веса на верхнюю часть конструкции.

Нагрузка - 62 кг/м²;

Грузовая площадь - 14,5 м²;

Количество гирь (одна гиря 14 кг):

- всего 130;

- на одну сторону 65;

XIII	1			1			1			1			1
XII		1			1		1		1			1	
XI	1			1			1			1			1
X		1			1		1		1			1	
IX	1			1			1			1			1
VIII		1			1		1		1			1	
VII	1			1			1			1			1
VI		1			1		1		1			1	
V	1			1			1			1			1
IV		1			1		1		1			1	
III	1			1			1			1			1
II		1			1		1		1			1	
I	1			1			1			1			1
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

СПИ-402.270800.2016.ВКР

Лист

46

Таблица 8 - Нагрузка от 0,5 снега + собственный вес на верхнюю часть конструкции.

Нагрузка - $90 + 62 \text{ кг/м}^2$;

Грузовая площадь - $14,5 \text{ м}^2$;

Количество гирь (одна гиря 20 кг):

- всего 220;

- на одну сторону 110;

XIII	1	1		1		1		1		1		1	1
XII	1		1	1	1		1		1	1	1		1
XI	1	1		1		1		1		1		1	1
X	1		1	1	1		1		1	1	1		1
IX	1	1		1		1		1		1		1	1
VIII	1		1	1	1		1		1	1	1		1
VII	1	1		1		1		1		1		1	1
VI	1		1	1	1		1		1	1	1		1
V	1	1		1		1		1		1		1	1
IV	1		1	1	1		1		1	1	1		1
III	1	1		1		1		1		1		1	1
II	1		1	1	1		1		1	1	1		1
I	1	1		1		1		1		1		1	1
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

Таблица 10 - Нагрузка от 1,0 снега +собственный вес на верхнюю часть конструкции.

Нагрузка - $180+62 \text{ кг/м}^2$

Грузовая площадь - $14,5 \text{ м}^2$

Количество гирь (одна гиря 20 кг):

- всего 350;

- на одну сторону 175.

XIII	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
XII	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
XI	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	
X	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
IX	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
VIII	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	
VII	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
VI	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
V	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
IV	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	
III	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
II	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
I	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

СИИ-402.270800.2016.ВКР

Лист

48

Таблица 11 - Нагрузка от 1,25 снега +собственный вес на верхнюю часть конструкции.

Нагрузка – 225+62 кг/м²

Грузовая площадь - 14,5 м²

Количество гирь (одна гиря 20 кг):

- всего 416;

- на одну сторону 208;

XIII	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
XII	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
XI	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1
X	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
IX	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
VIII	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
VII	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1
VI	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
V	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
IV	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1
III	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
II	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
I	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

СПИ-402.270800.2016.ВКР

Лист

49

Таблица 12 - Нагрузка от 1,5 снега +собственный вес на верхнюю часть конструкции.

Нагрузка - 270+62 кг/м²

Грузовая площадь - 14,5 м²

Количество гирь (одна гиря 20 кг):

- всего 480;

- на одну сторону 240;

XIII	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
XII	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1
XI	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
X	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
IX	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
VIII	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1
VII	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
VI	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1
V	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
IV	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
III	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
II	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1
I	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

Схема установки приборов и тензорезисторов

Тензорезисторы

Для измерения деформаций применялись проволочные тензорезисторы на бумажной основе, наклеенные на клей БФ-2 горячей полимеризации.

На средней раме было размечено 10 зон. Первая и десятая находились вместе прикрепления полурам к опорным стойкам, вторая и девятая в нижней части перелома полурам, третья и восьмая в верхней части перелома полурам, четвертая и седьмая в середине пролета верхнего ригеля полурам, пятая и шестая в коньковых узлах полурам. Схема расстановки тензорезисторов показана на рисунках.

В каждой зоне определялись напряжения возникающие в стенке и в полках для этого датчики были наклеены следующим образом:

- по два тензорезистора на каждой полке максимально близко к краю;
- по три тензометрические розетки или линейных датчика на стенке швеллера ПС 200х1,5.

Учитывая, что конструкция симметрична, тензорезисторы были наклеены только на одной полураме, на другой были наклеены линейные датчики. Для контроля работы аппаратуры в коньке на нагружаемый элемент был наклеен контрольный компенсационный датчик. Всего на конструкцию было наклеено 92 тензорезистора.

Все тензорезисторы подключены к измерительной системе СИИТ-3.

					СШ-402.270800.2016.ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		51

Средства измерения перемещений

Для измерения перемещений использовались два типа приборов:

- индикаторы часового типа ИЧ 10 (0,01 мм);
- прогибомеры (0,1 мм).

Индикаторы предназначены для измерения линейных размеров абсолютным и относительным методами, определения величины отклонений от заданной геометрической формы и взаимного расположения поверхностей.

Принцип действия - механический. Индикаторы представляют из себя цилиндрический корпус со встроенным часовым механизмом, круговой шкалой внутри ободка и двумя втулками, расположенными в диаметральной плоскости корпуса, служащими направляющими для измерительного стержня, который передает измеряемое значение параметра через часовой механизм стрелке. По положению стрелки относительно шкалы производится отсчет величины измеряемого параметра. Совмещение стрелки с любым делением шкалы (настройка на нуль) производится посредством ободка. Нижняя втулка (гильза) служит присоединительным элементом для установки индикатора в стойки, штативы и другие устройства.

Схема расстановки приборов показана на рисунках. Для измерения вертикальной осадки опор центральных полурам, были применены индикаторы ИЧ 10 (№ 1, 2, 18, 19). Для определения осадки боковых стоек индикаторы были установлены симметрично по оси швеллера на каждой из стоек. Для определения осадки колонн были установлены индикаторы ИЧ 10 (№ 20, 21).

Для измерения вертикальных и горизонтальных перемещений узлов продольной рамы применялись прогибомеры. Прогибомеры № 3, 17 измеряют горизонтальное перемещение узла соединения полурамы с опорной стойкой. Прогибомеры № 4, 14 измеряют горизонтальные перемещения узлов прогиба полурам, а прогибомеры № 5, 15 измеряют вертикальное перемещение этих узлов. Прогибомеры № 7, 13 измеряют вертикальное перемещение середины верхнего стержня полурам. Прогибомеры № 9, 10 измеряют горизонтальное и вертикальное перемещения конькового узла.

					СП-402.270800.2016.ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52

Прогибомеры № 6, 8, 11, 12, 16 измеряют перемещения из плоскости рамы. Они были установлены на боковой раме и располагались вместе перегиба полурам, в середине пролета верхнего стержня полурам и в коньке.

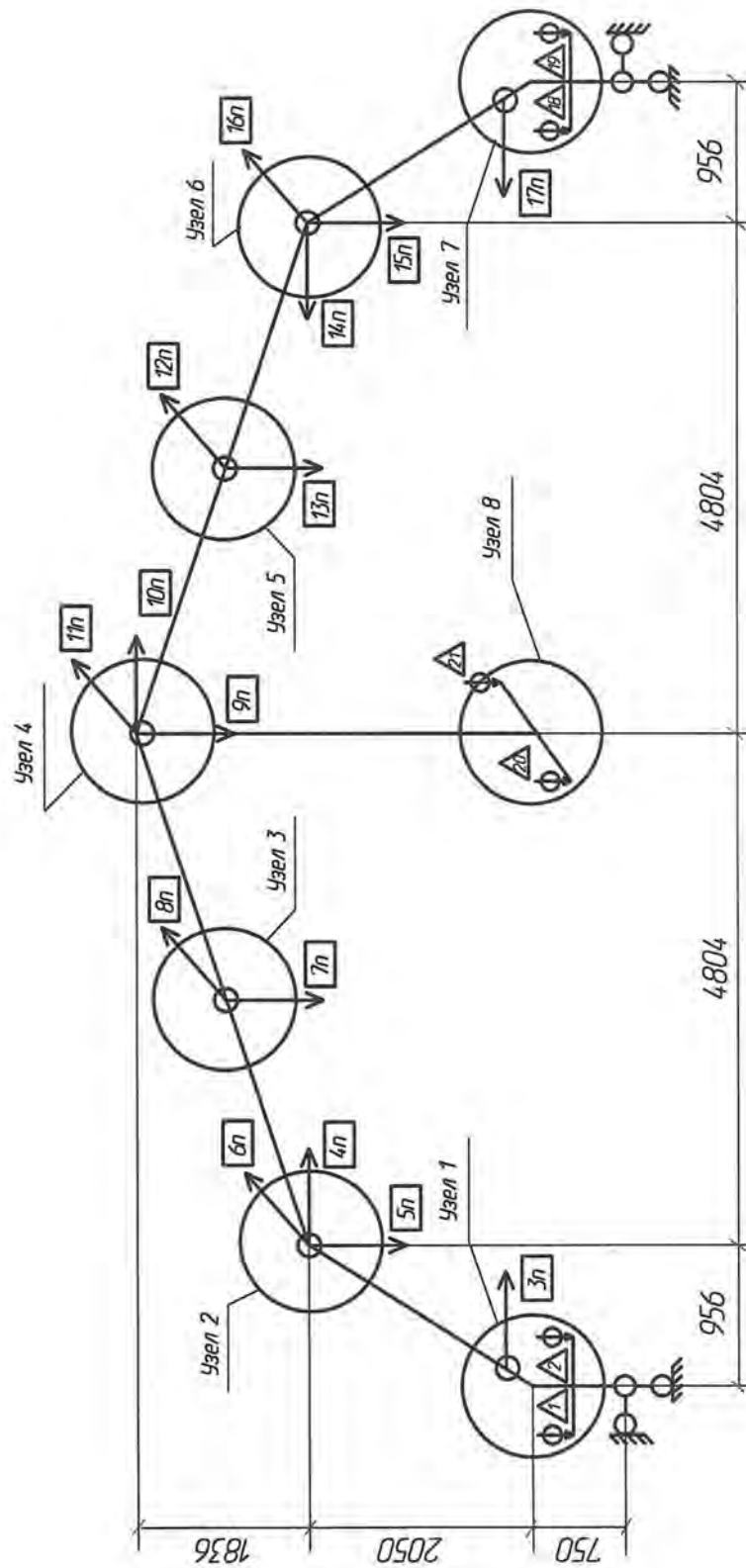


Рисунок 26. Схема расстановки приборов

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

СП-402.270800.2016.ВКР

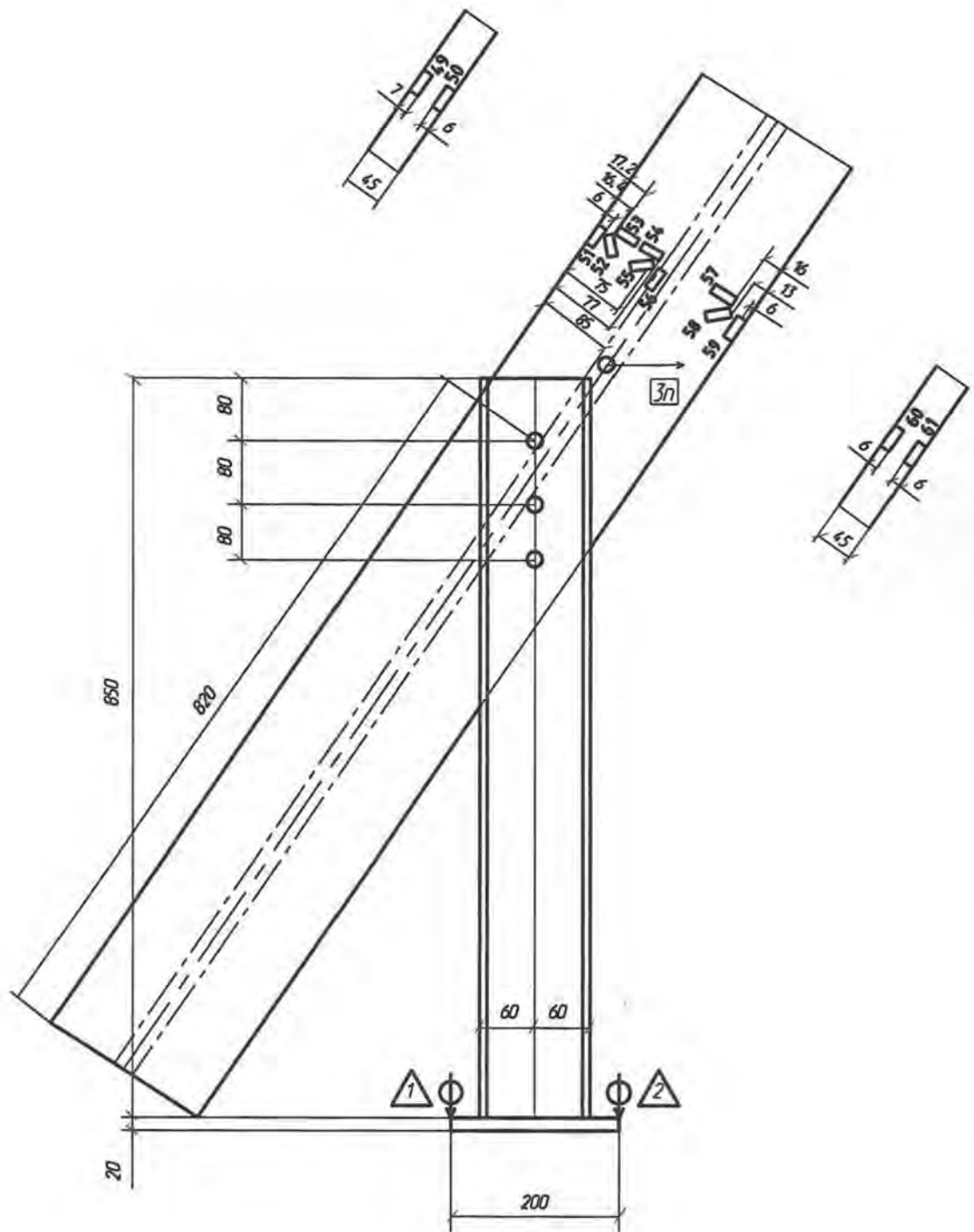


Рисунок 27. Узел 1 (расстановка тензорезисторов)

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

СП-402.270800.2016.ВКР

Лист

54

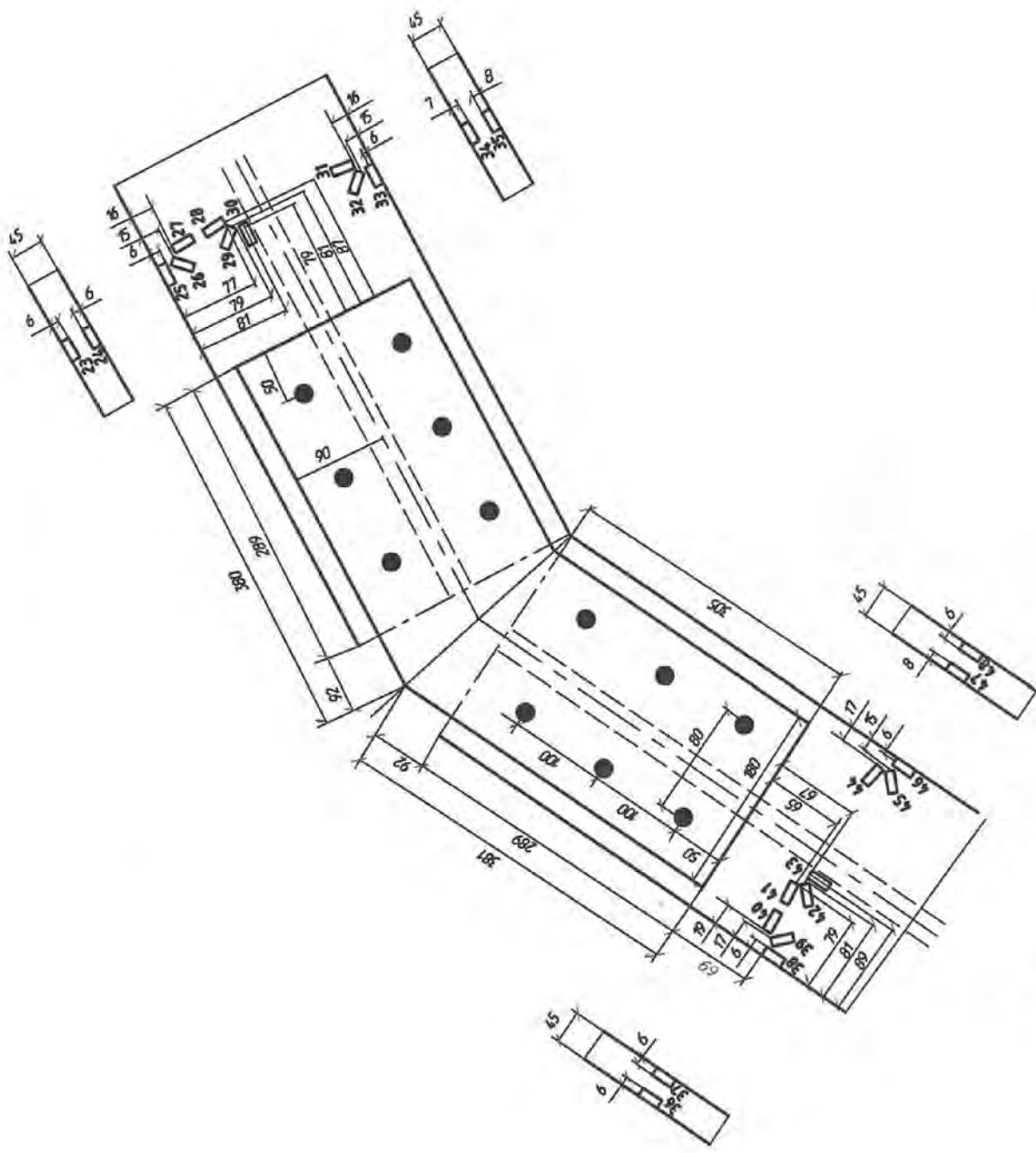


Рисунок 28. Узел 2 (расстановка тензорезисторов)

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

СП-402.270800.2016.ВКР

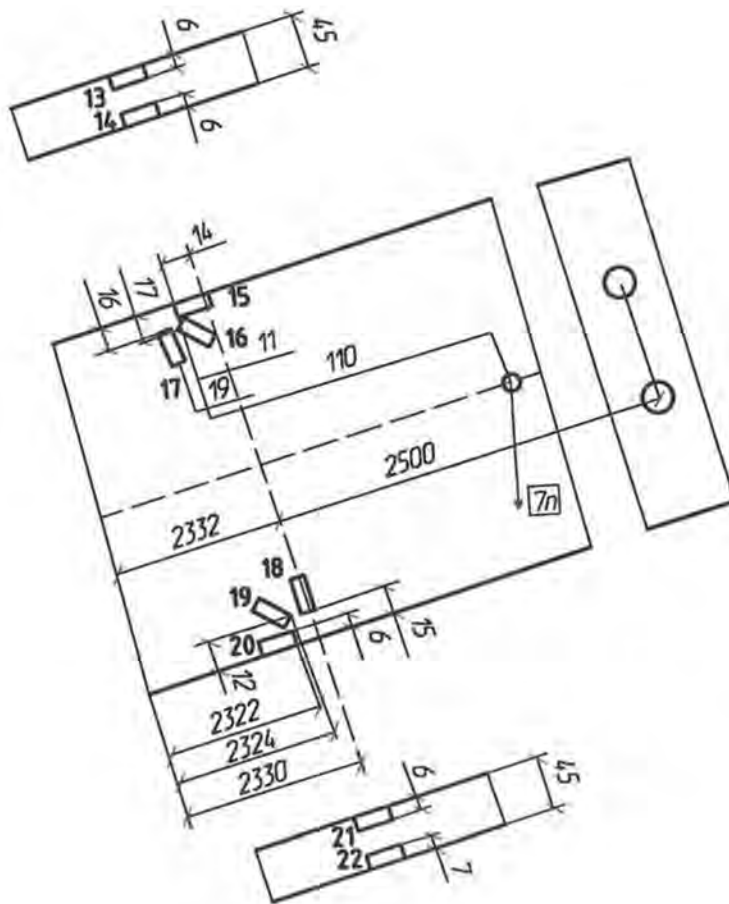


Рисунок 29. Узел 3 (расстановка тензорезисторов)

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

СИ-402.270800.2016.ВКР

Лист

56

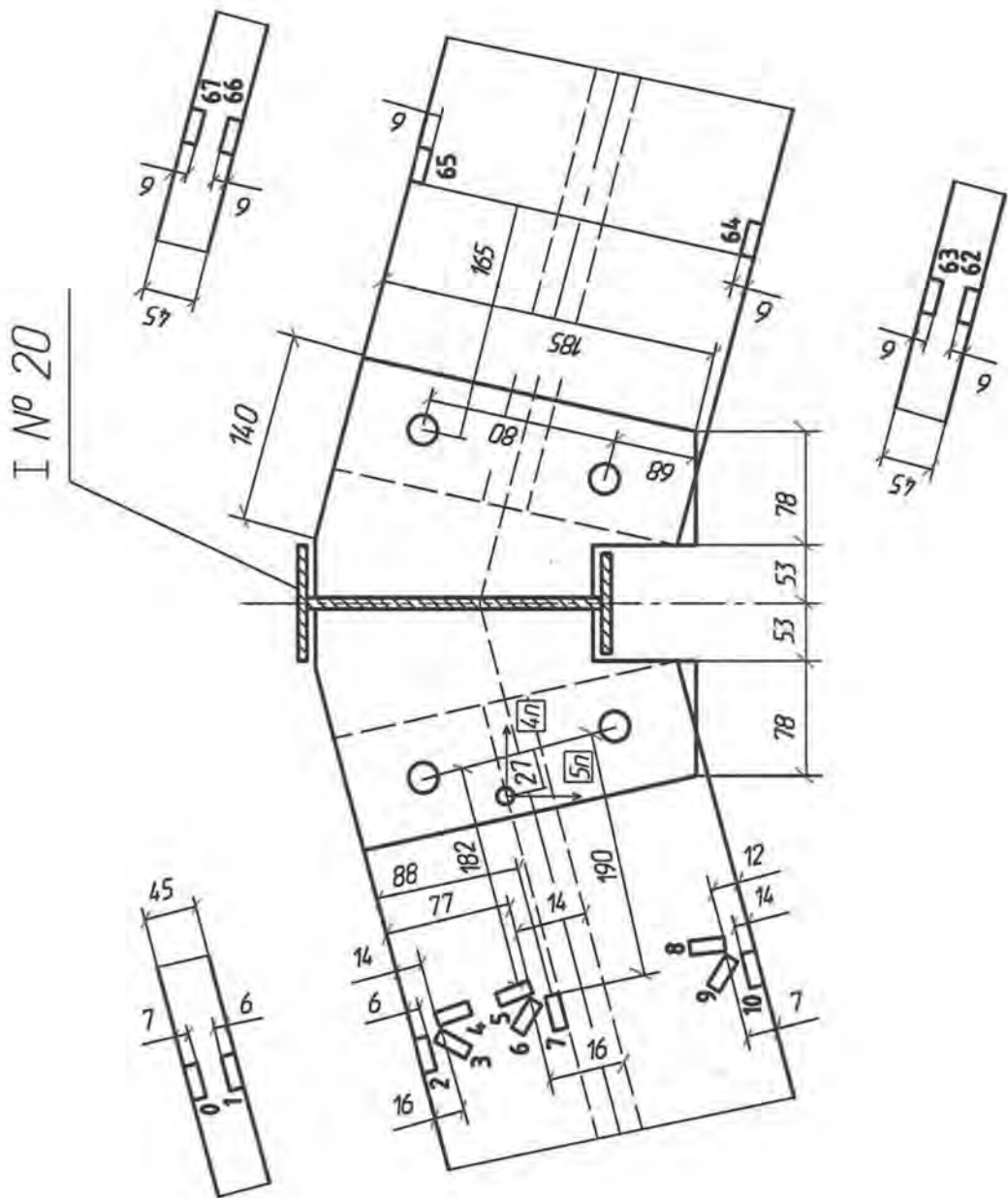


Рисунок 30. Узел 4 расстановка тензорезисторов

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

СП-402.270800-2016.ВКР

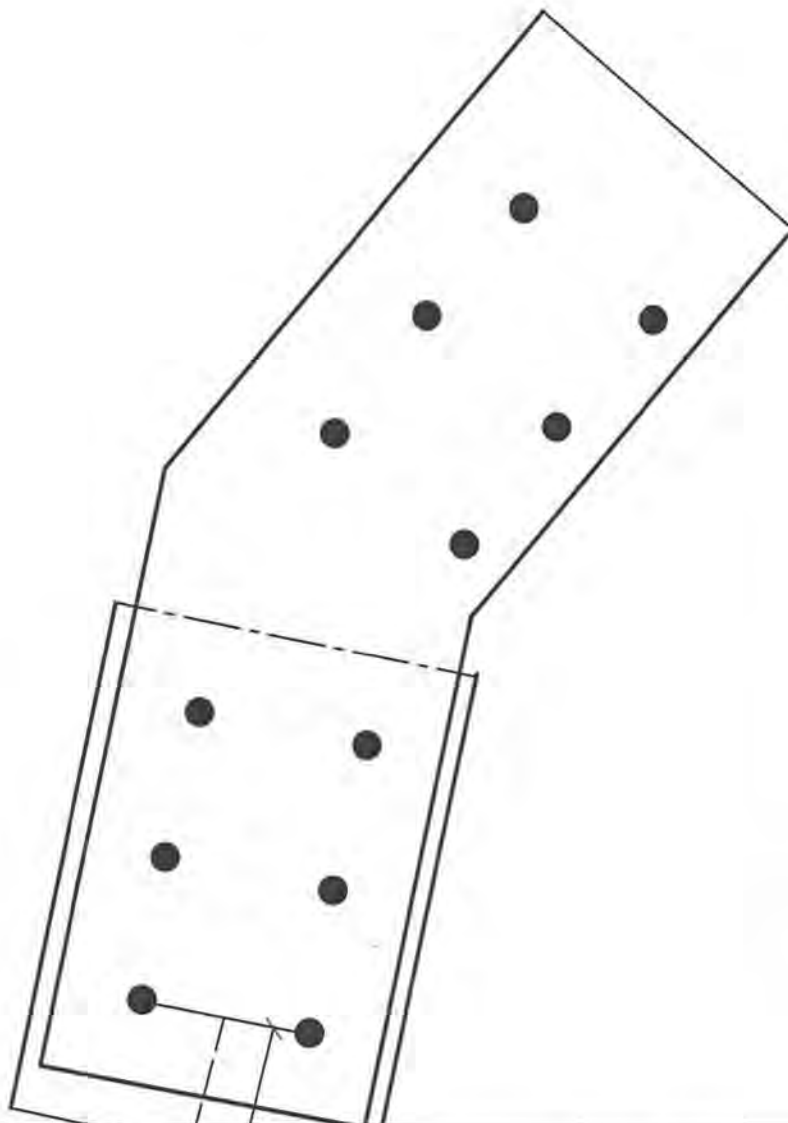


Рисунок 31. Узел 5 (расстановка тензорезисторов)

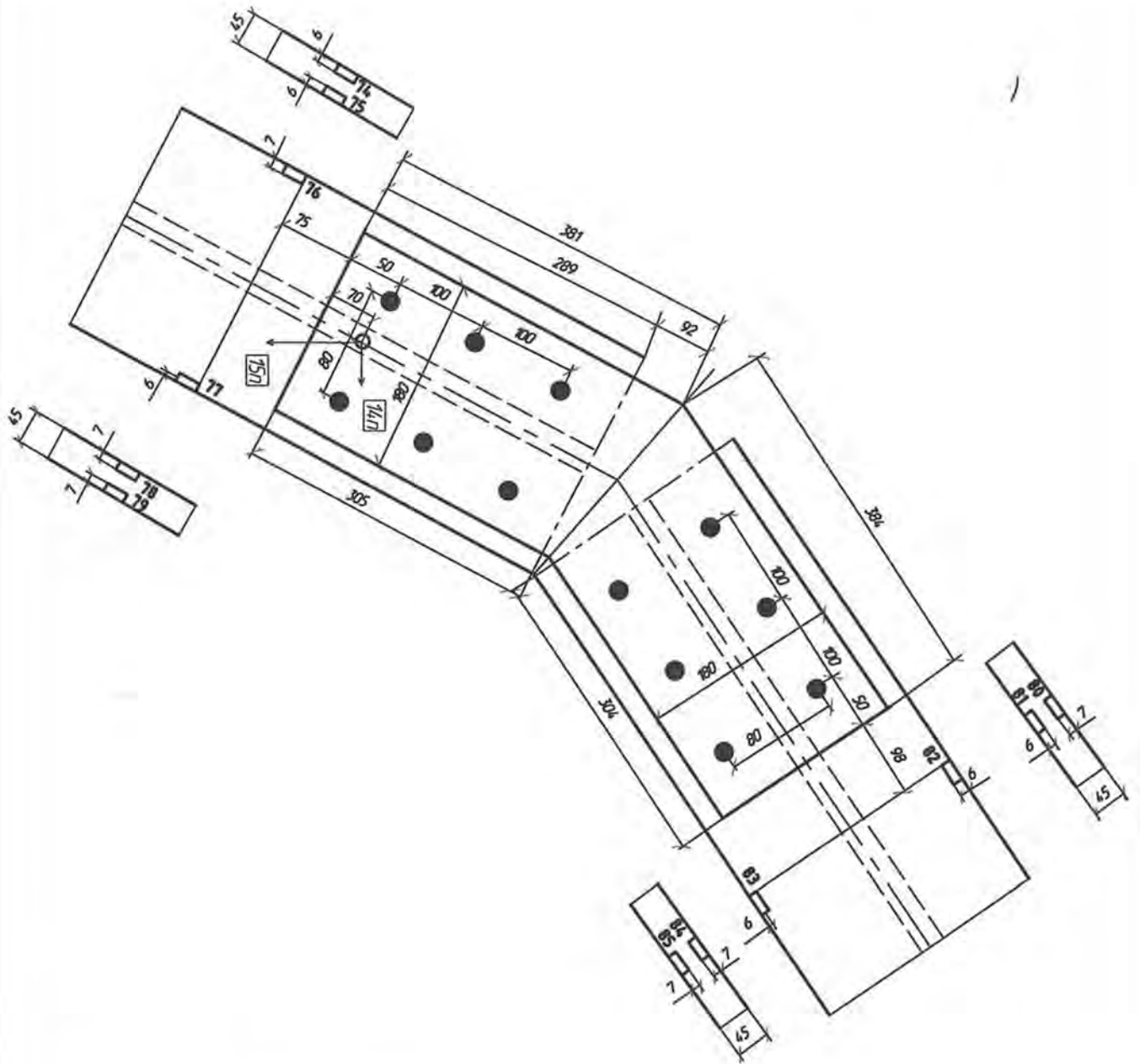


Рисунок 32. Узел 6 (расстановка тензорезисторов)

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

СП-402.270800.2016.ВКР

Лист

59

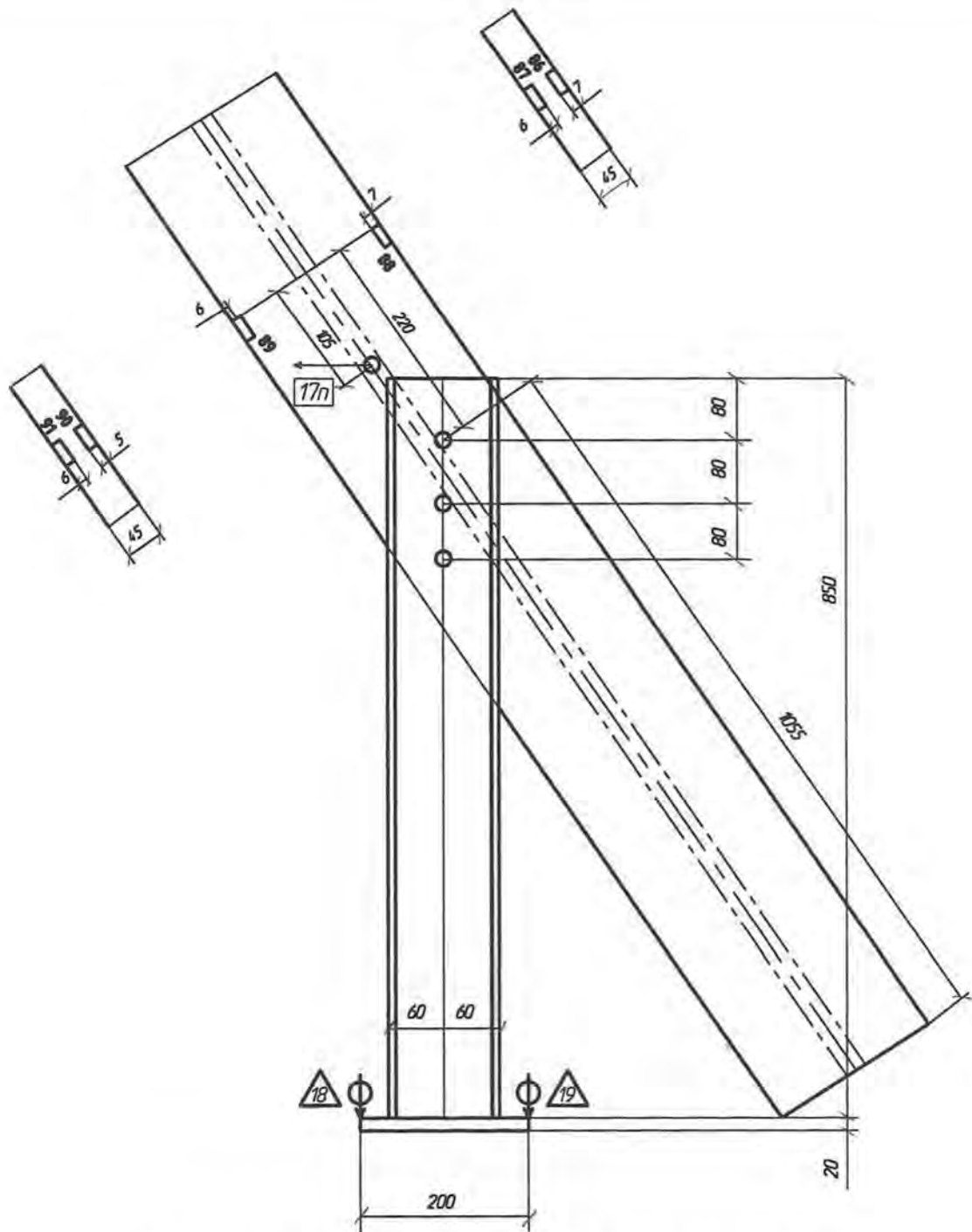


Рисунок 33. Узел 7 (расстановка тензорезисторов)

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

СП-402.270800.2016.ВКР

Лист

60

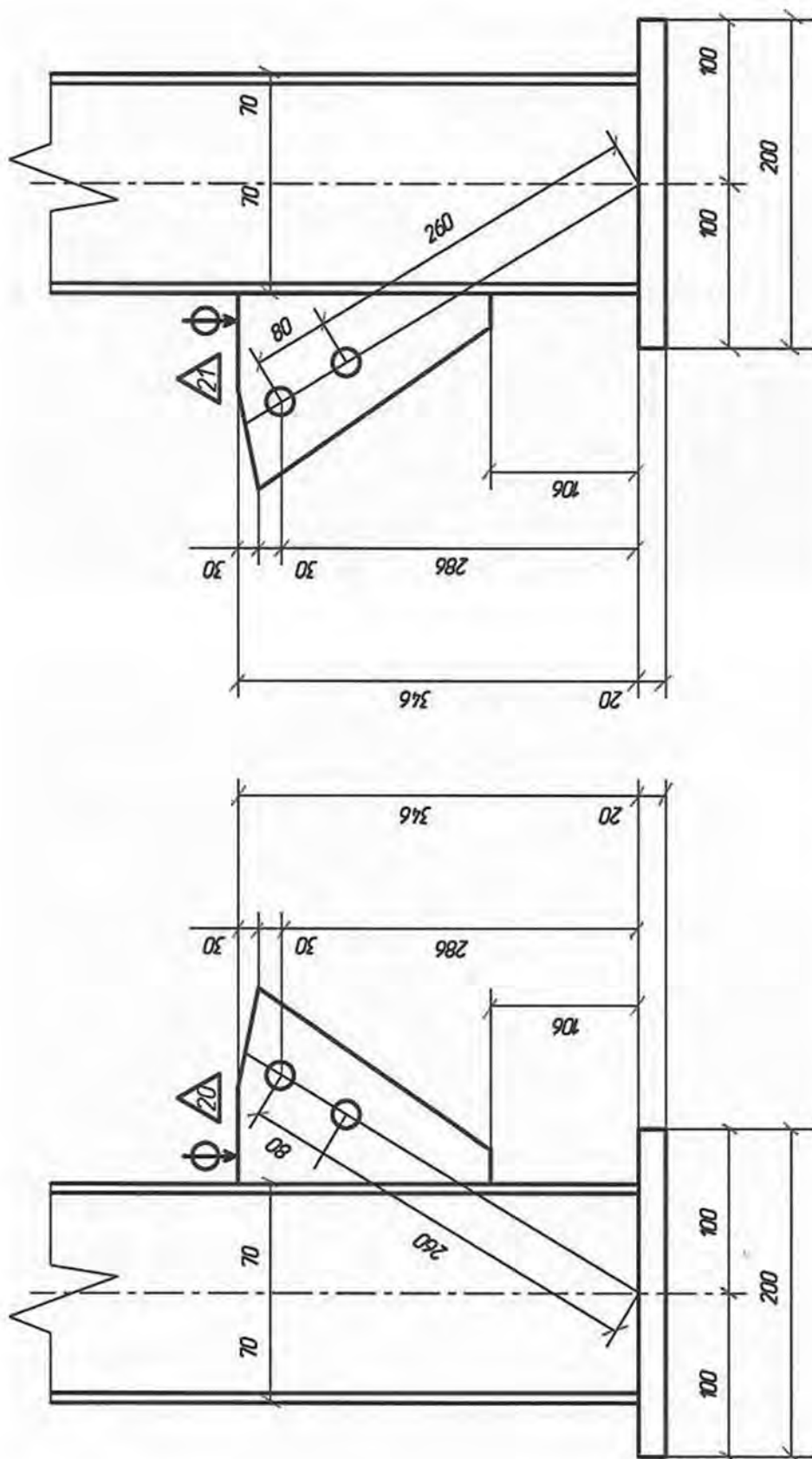


Рисунок 34. Узел 8 (расстановка индикаторов часового типа)

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

СП-402.270800.2016.ВКР

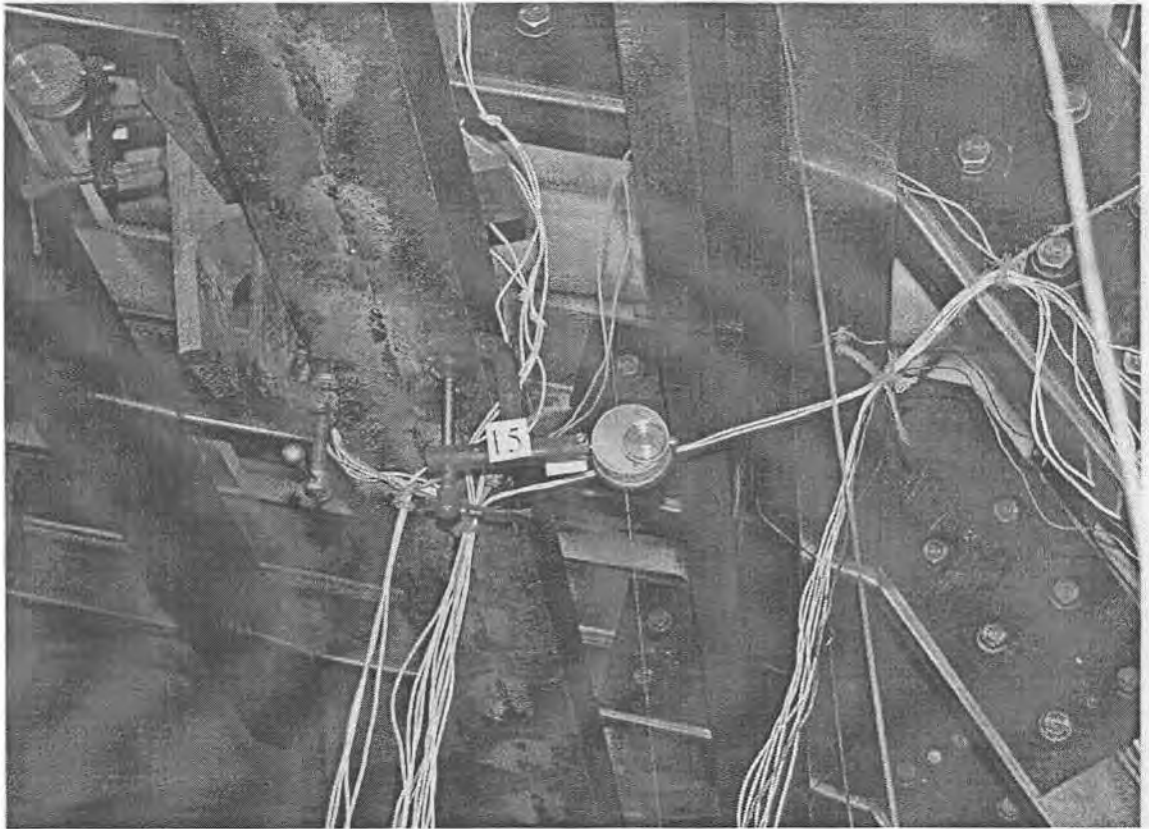


Рисунок 35. Прогибомер 15

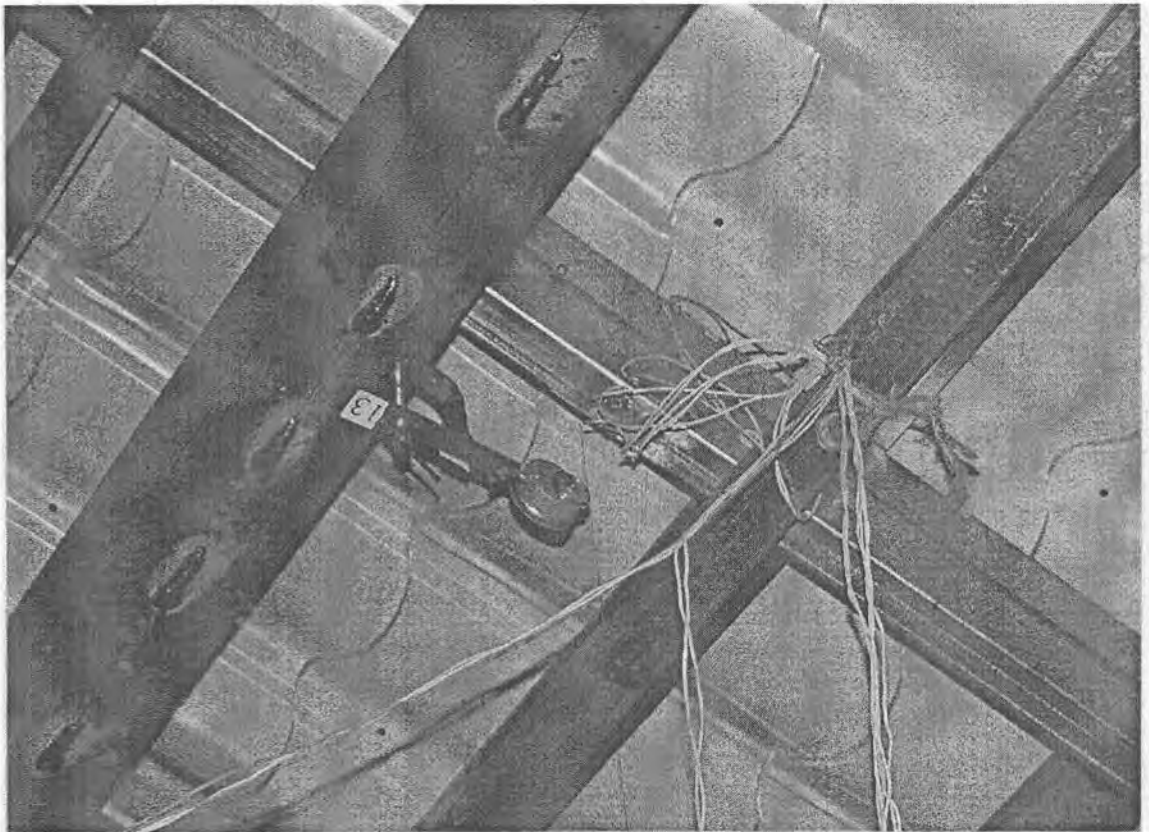


Рисунок 36. Прогибомер 13



Рисунок 37. Прогибомер 9

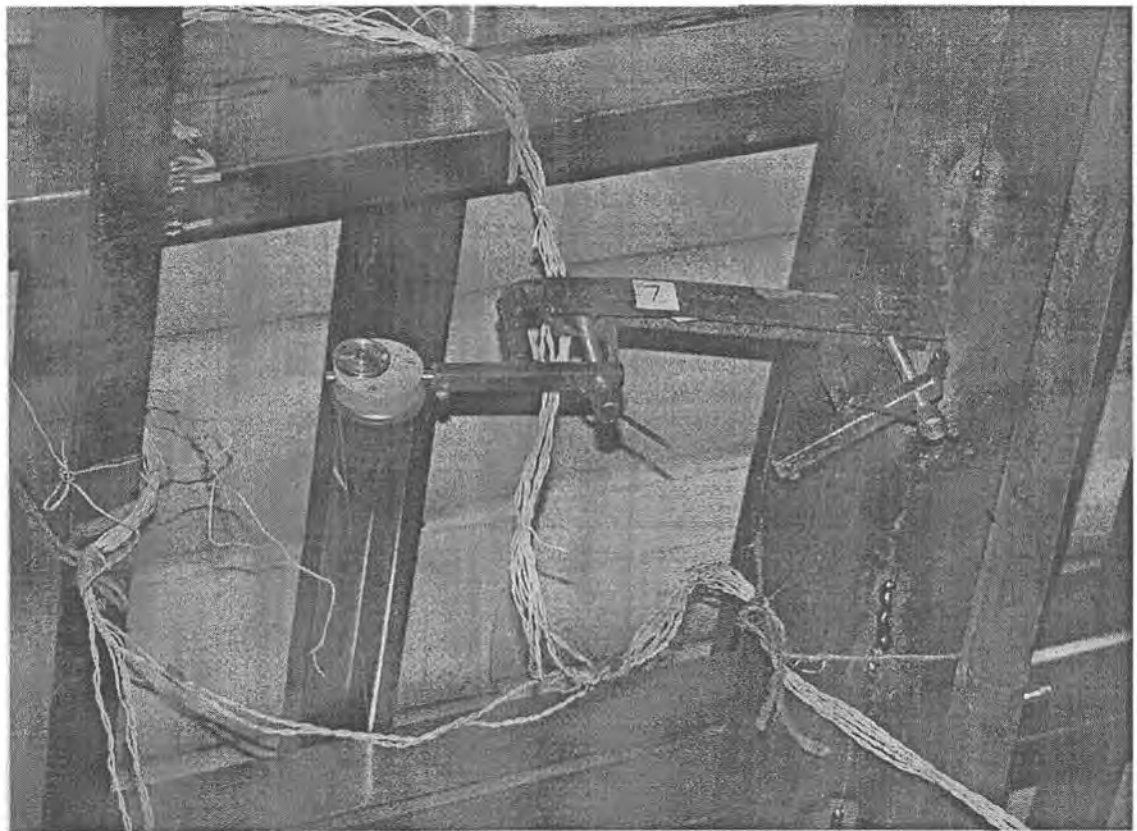


Рисунок 38. Прогибомер 7

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

СП-402.270800.2016.ВКР

Лист

63



Рисунок 39. Прогибомеры 4 и 5



Рисунок 40. Узел 2 (тензорезисторы)

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

СП-402.270800.2016.ВКР

Лист

64

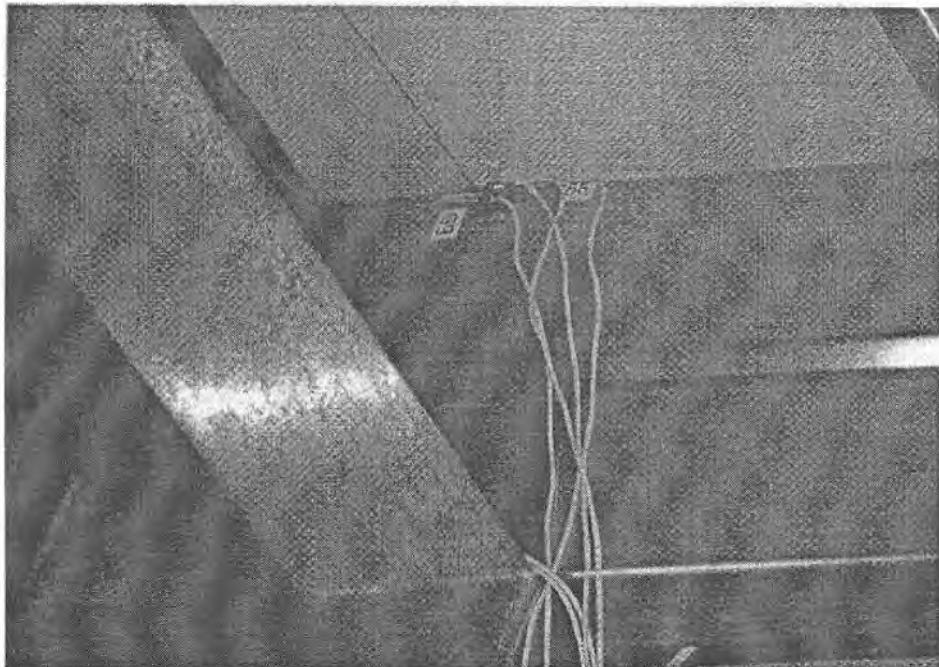


Рисунок 41. Узел 4 (тензорезисторы)

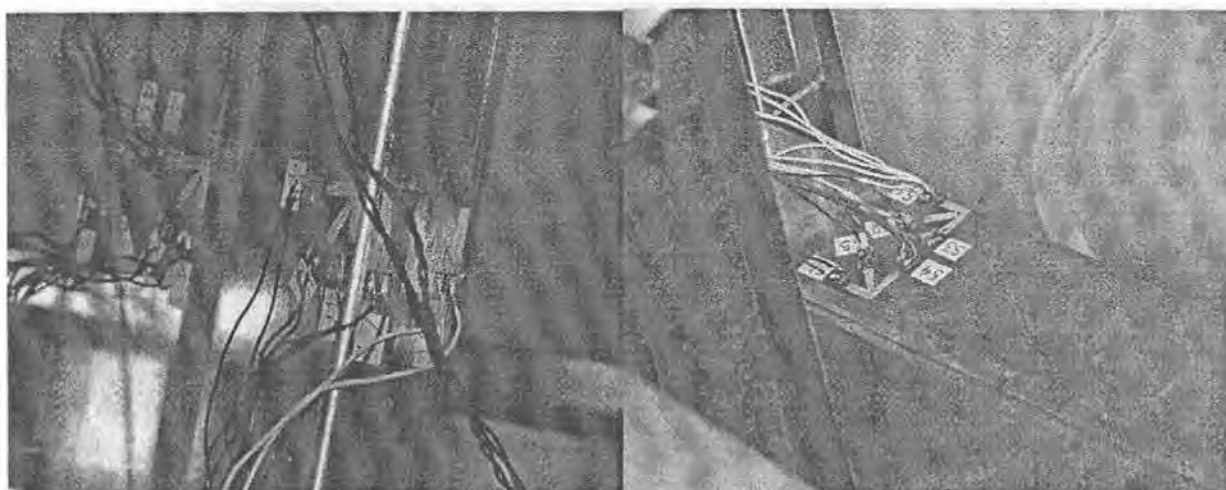


Рисунок 42. Узел 2 и 1 (тензорезисторы)

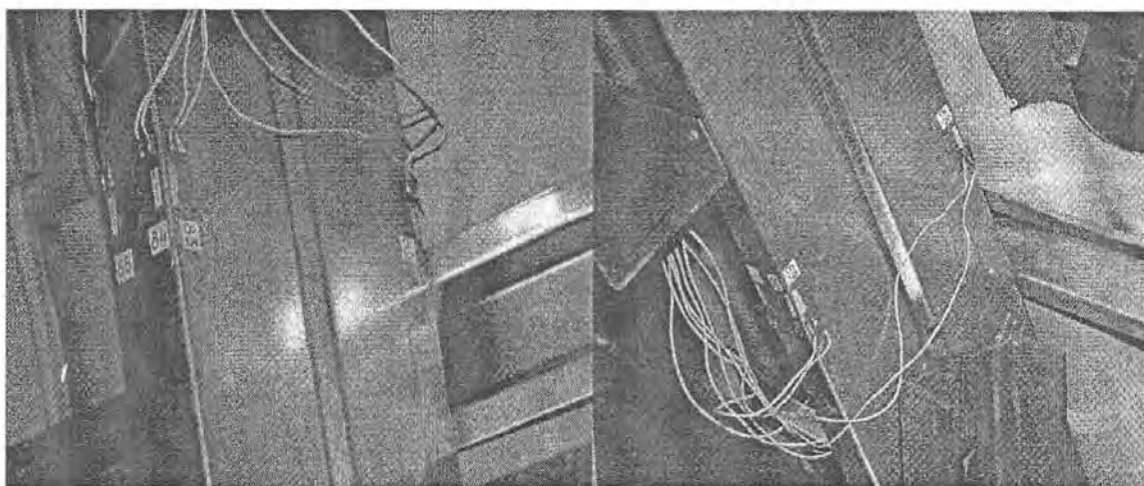


Рисунок 44. Узел 6 (тензорезисторы)

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

СП-402.270800.2016.ВКР

Результаты испытаний

В результате проведения эксперимента были получены напряжения для каждого датчика.

В таблице 13 приведены величины напряжений по всем датчикам от каждого вида нагружения.

Таблица 13

№ датчика	НАГРУЖЕНИЯ				
	Собственн вес, ветер	Собств вес 0,5 снег, ветер	Собств вес 1,0 снег, ветер	Собств вес 1,25 снег, ветер	Собств вес снег 1,5, ветер
0	10	12	15	17	19
1	10	0	3	8	-4
2	41	-1	3	6	-5
3	8	15	16	20	13
4	7	55	55	61	54
5	10	16	18	24	18
6	4	3	4	8	4
7	1	-5	-5	1	-1
8	9	15	21	28	31
9	-13	-38	-39	-40	-44
10	-2	-9	-17	-24	-22
11	1	-23	-29	-34	-31
12	-13	-6	-5	2	6
13	-64	-176	-203	-212	-330
14	-65	-177	-200	-214	-329
15	3	-113	-133	-144	-239
16	-14	-20	-26	-35	-53
17	-1	2	5	2	30
18	0	6	11	18	40
19	-17	65	78	90	151
20	1	106	130	147	259
21	66	142	168	187	304
22	62	137	164	186	301
23	6	-1	2	-1	-6
24	9	-1	-5	-1	-2

25	9	-34	-39	-35	-35
26	1	-6	-10	-9	-14
27	-23	0	-2	-1	-13
28	4	-16	-11	-7	-4
29	7	51	55	62	61
30	-1	-7	-8	-4	-9
31	8	17	19	26	30
32	-2	5	7	10	10
33	-14	-50	-46	-49	-54
34	-11	-13	-9	-10	-13
35	3	14	17	18	23
36	13	0	4	11	13
37	7	14	18	31	38
39	9	54	55	61	63
40	-4	-55	-58	-63	-75
41	3	4	5	9	8
42	-5	-47	-48	-54	-54
43	-2	-9	-9	-9	-12
44	49	70	77	85	91
45	19	-35	-36	-40	-46
46	-63	-81	-87	-100	-111
47	-25	-68	-71	-83	-95
48	0	-17	-17	-23	-32
49	4	-6	-6	4	3
50	47	59	60	70	70
51	14	23	23	33	32
52	6	7	7	12	11
53	3	4	6	6	9
54	7	7	7	11	12
55	6	9	8	13	14
56	18	27	27	27	28
57	-5	-6	-5	-4	-8
58	1	-21	-23	-28	-38
59	1	-76	-82	-94	-108

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

СПИ-402.270800.2016.ВКР

60	-1	-75	-79	-92	-104
61	-56	-64	-61	-65	-60
62	6	-11	-9	1	0
63	12	-2	-8	2	5
64	-56	-38	-45	-37	-34
65	18	7	13	17	11
66	-14	-24	-17	-15	-21
67	11	-3	-1	2	-6
68	-38	-143	-160	-183	-256
69	-69	-181	-201	-226	-312
70	-66	-138	-156	-178	-259
71	64	137	156	188	262
72	3	116	136	170	254
73	63	180	202	244	330
74	3	-14	-15	-10	-20
75	1	3	5	12	8
76	5	2	4	11	10
77	-13	-17	-22	-20	-26
78	-43	-45	-49	-45	-49
79	3	11	11	15	13
80	10	70	78	92	106
81	17	12	22	34	48
83	2	-49	-64	-76	-91
84	-60	-75	-88	-99	-113
85	-40	-63	-67	-68	-71
86	15	65	74	83	95
87	-15	34	42	50	60
88	47	63	70	78	87
89	-67	-109	-121	-139	-161
90	-3	-75	-87	-102	-123
91	-19	-63	-68	-68	-71
92	-1	-1	1	0	1

Измерения прогибомеров.

Таблица 14

№ прибора	Собствен. вес, ветер	Собвес 0,5 снег, ветер	Собвес 0,75 снег, ветер	Собвес 1,0 снег, ветер	Собвес 1,25 снег, ветер
1	28	50	64	102	111
2	3	5	6	8	10
3	15	20	29	49	52
4	3	49	25	35	89
5	16	44	50	65	84
6	4	113	128	142	157
7	59	154	168	200	221
8	6	7	8	10	12
9	6	13	18	24	29
10	2	33	13	16	63
11	4	4	6	7	10
12	8	17	16	22	31
13	56	139	146	188	224
14	8	19	33	62	94
15	19	42	49	63	80
16	5	13	19	23	37
17	8	60	72	77	153
18	16	22	77	114	204
19	40	69	71	72	111
20	3	7	7	8	18
21	3	6	11	12	21

Исходя из полученных значений и имеющихся геометрических характеристик профиля ПС, была построена таблица прогибов и напряжений, возникающих в полураме при различных загрузениях.

Как видно из полученных результатов экспериментальные значения хорошо согласуются с расчетными. Однако следует отметить, что в месте перегиба полурамы момент не распределяется равномерно, а сосредотачивается в нижней части фасонки, так же в опорной части полурамы существует момент, практически в два раза больше, чем в зоне перегиба (по расчету в этом узле заложен шарнир).

Экспериментальные методы рассчитывались, как среднее значение, между полусуммой напряжений по верхней и нижней полками, умноженные на момент сопротивления относительно оси х-х.

По показаниям датчиков, параллельных оси полурамы, были построены эпюры напряжений в сечениях полурамы. В нижнем опорном узле полурамы происходит изгиб, как в плоскости стенки, так и в плоскости полок. В стенке более сжатыми оказались нижние волокна. Нижняя полка сжата неравномерно. Более сжатыми являются волокна ближе к стенке. В верхней полке волокна ближе к стенке – растянуты, в то время как волокна, примыкающие к краю, при некоторых загрузениях могут оказаться сжатыми. Это связано с тем, что полурамы крепятся к опорной стое с эксцентриситетом, что вызывает изгибающий момент из плоскости полурамы.

					СШ-402.270800.2016.ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		70

Максимальные прогибы и напряжения в конструкции от нагрузки.

Таблица 15

Комбинация нагрузений	Прогибы, мм	Напряжения, кН
Собственный вес	5,9	6,5
Собственный вес, равномерная снеговая ($k=0,5$) и ветровая	15,4	15,7
Собственный вес, равномерная снеговая ($k=1$) и ветровая	16,8	25,1
Собственный вес, равномерная снеговая ($k=1,25$) и ветровая	20,0	27,2
Собственный вес, равномерная снеговая ($k=1,5$) и ветровая	22,4	28,8

Разрушение конструкций

Разрушение конструкции произошло, при погрузке соответствующей собственному весу и 1,81 снеговой нагрузке. В середине пролета верхней части полурамы.

Как видно из исследования напряженного состояния в этот момент пластические деформации образовались не только в нижней части стенки и в верхней полке, а во всем сечении. То есть упруго работала только средняя часть стенки. После чего и произошло разрушение.

Верхняя часть стенки и пола потеряла устойчивость и согнулась. Нижняя часть, так же потеряла устойчивость и вышла из плоскости рамы.

В месте разрушения хорошо видно, что прогоны ПП и шляпный профиль ПШ в результате плотного соединения создают дополнительный момент и удерживают верхний и нижний пояс от потери устойчивости из плоской рамы.

Шляпный профиль верхней части полурамы, ближе к месту перегиба получил сдвиговую деформацию (остаточные деформации до 4 мм, то есть левая стенка профиля встала практически вертикально).

Прогоны ПП на боковых поверхностях под действием нагрузки моделирующей собственный вес деформировалась в местах закрепления, а нижняя полка разогнулась, так как данный профиль рассчитан на изгиб в плоскости, но плохо сопротивляется изгибу с кручением.

					СП-402.270800.2016.ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		72

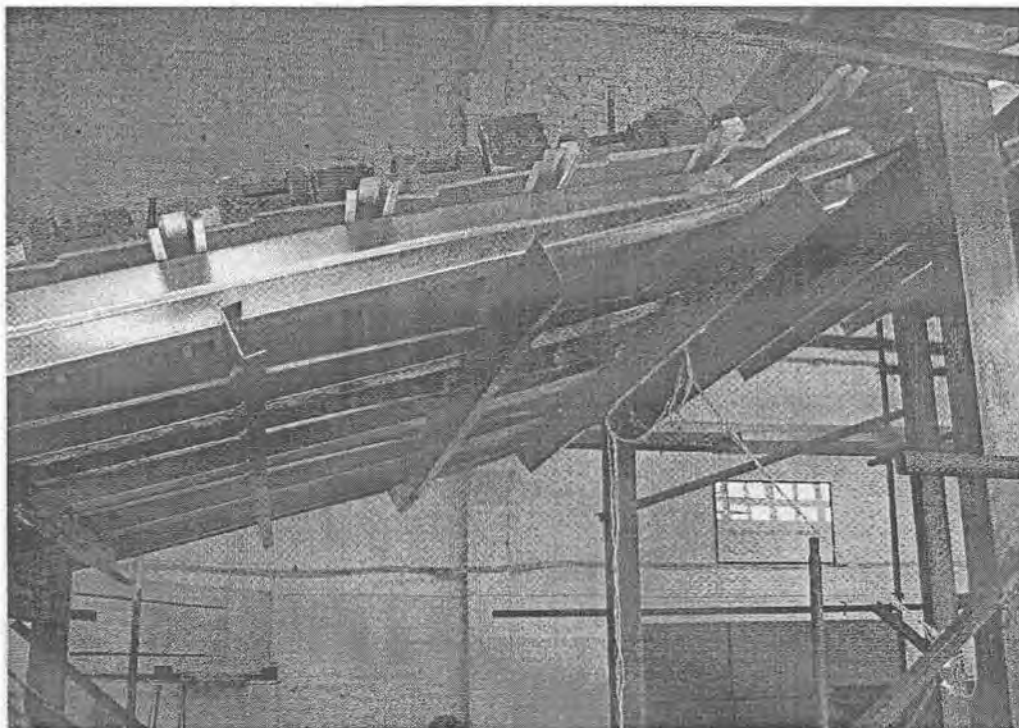


Рисунок 45 - Общий вид места разрушения

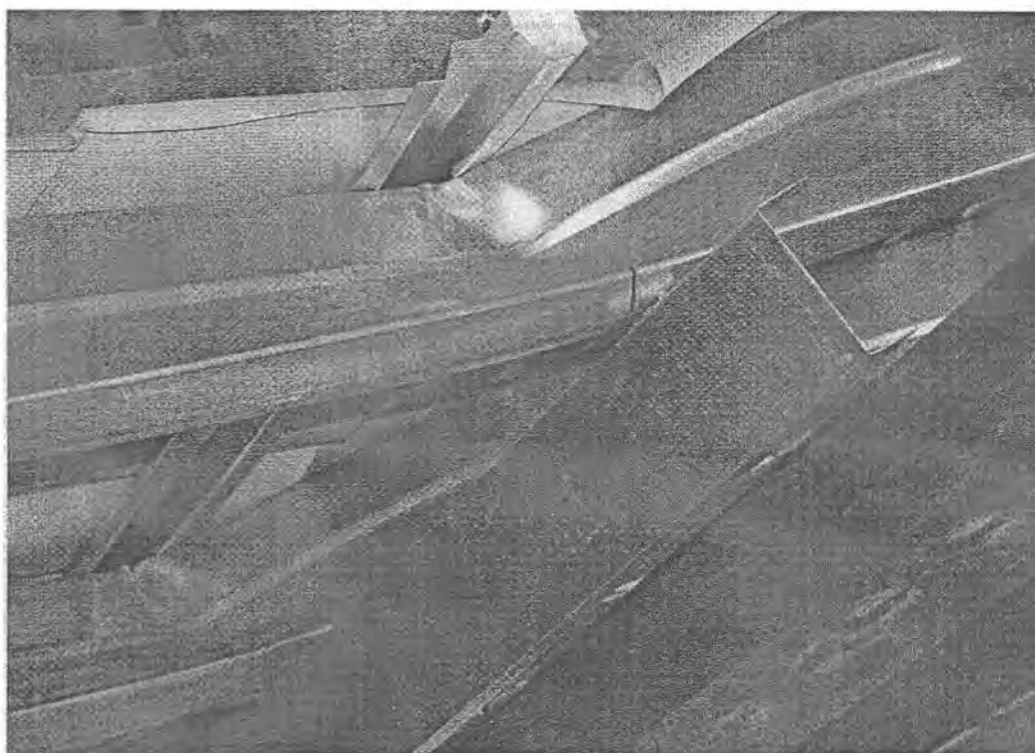


Рисунок 46 - Вид справа

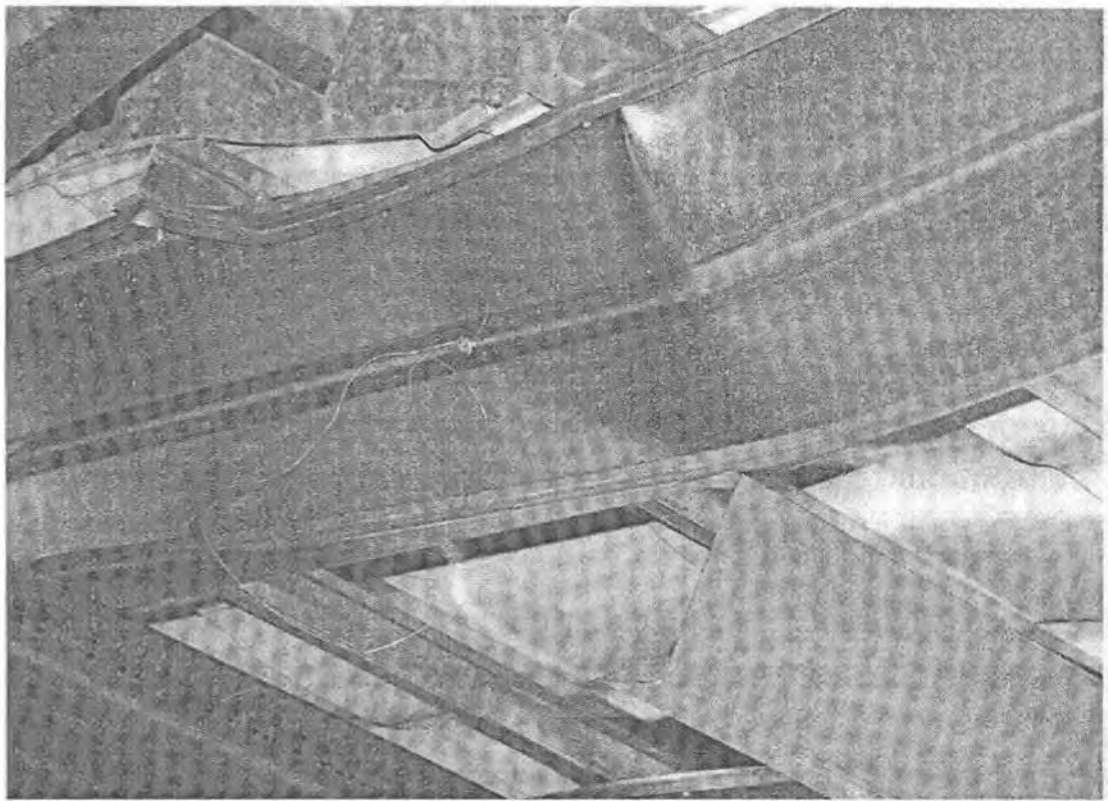


Рисунок 47 - Вид слева

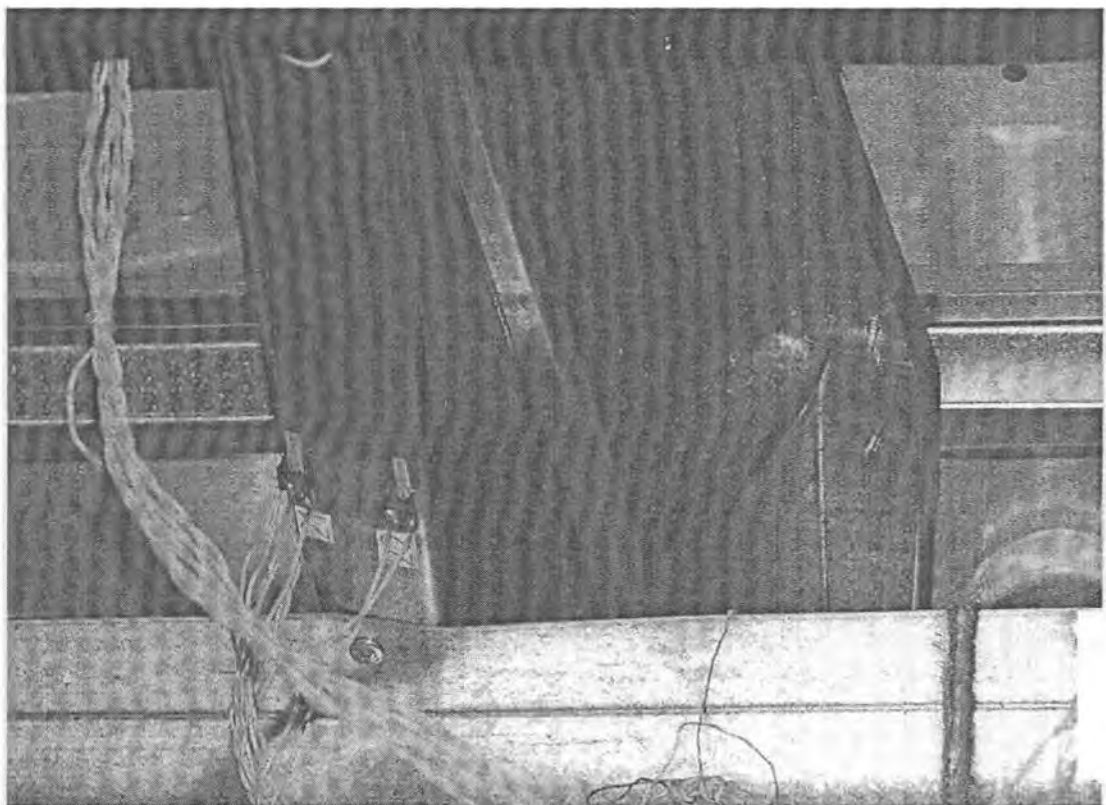


Рисунок 48 - Вид снизу

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

СП-402.270800.2016.ВКР

Лист

74

Заключение

В результате проведенного испытания фрагмента мансарды, выполненного из гнутых профилей ЗАО «ИНСИ» было установлено:

- конструкция выдержала расчетные нагрузки;
- конструкция разрушилась от потери устойчивости несущих полурам на левой стороне от центральной оси.

Потеряли устойчивость все пять полурам, расположенные по одну сторону от центральной балки. В зоне максимальных изгибающих моментов выпучилась верхняя часть стенки и полка швеллера под местом крепления шляпного профиля.

В сечении профиля напряжения, равные пределам текучести наблюдались в обеих полках и в верхней и нижней части стенки в зоне изгиба.

Конструкция разрушилась при нагрузке составляющей сумму нагрузок от собственного веса и 1,8 снеговой, или 1,5 общей расчетной нагрузке (постоянная и равномерная снеговая нагрузки приняты за 1). Коэффициент запаса по несущей способности составил 1,5.

При расчетных нагрузках стенка швеллера полурамы работает в упругопластическом состоянии, а полки находятся в упругом состоянии.

Экспериментальные прогибы не превысили допустимых от расчетных нагрузок и составили 25 мм.

По результатам испытаний напряжения и прогибы, не превысили допустимых от расчетных нагрузок и конструкция признана годной к эксплуатации.

Конструкция удовлетворяет условиям энергосбережения, экономична, легкая в монтаже, соответствует современным строительным нормам и признана годной к эксплуатации.

					СП-402.270800.2016.ВКР	Лист
						75
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Технологическая часть

					СП-402.270800.2016.ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		76

Область применения

Технологическая карта предназначена для монтажа металлических полурам. Технологическая карта разработана для использования при разработке ППР, ПОС и другой организационно-технологической документации, а также с целью ознакомления рабочих и инженерно-технических работников с правилами производства монтажных работ.

В основу разработки технологической карты положен монтаж полурам, длиной 5,76 м к металлическим колоннам.

Привязка технологической карты к местным условиям заключается в уточнении направления монтажа рам, в уточнении местоположения участков укрупнительной сборки, объемов работ и применяемых грузоподъемных механизмов. Технологическая карта разработана в соответствии с учётом требований действующих нормативных документов.

Транспортировка и складирование изделий и конструкций

Во время транспортирования, конструкция должна быть надежно закреплена, а ее положение максимально приближено к проектному, чтобы возникающие в процессе перевозки транспортные усилия не привели к разрушению конструкции или ее частей.

К месту монтажа все металлоконструкции доставляются автомобильным транспортом КАМАЗ 5320, с длиной кузова 6м. При перевозке металлических конструкций автомобильным транспортом требуется разрешение Госавтоинспекции, если они выступают более чем на 2 м за задний борт или край платформы. На части конструкций выступающие за габариты транспортного средства, прикрепляют красные флажки, а в темноте и видимости менее 20 м - зажженные фонари. При укладке конструкции следят, чтобы она не задевала за детали автомашины на поворотах, а свисающая часть, не превышала длины, предусмотренной в проекте.

					СП-402.270800.2016.ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		77

Погрузку, транспортирование, выгрузку и хранение металлических изделий следует производить, соблюдая меры, исключающие возможность их повреждения, а также обеспечивающие сохранность защитного покрытия конструкций. Не допускается выгружать изделия сбрасыванием, а так же перемещать их волоком.

Приобъектные склады должны располагаться возле подъемников. Хранить металлические изделия следует под навесами либо в закрытых помещениях. Полы складов должны быть рассчитаны на нагрузки, соответствующие укладке и хранению металлических изделий в штабелях и стеллажах предельной высоты. На полы закрытых складов наносят белой масляной краской линии, ограничивающие продольные и поперечные проходы между штабелями.

При хранении металлических изделий должно быть обеспечено их устойчивое положение, исключено соприкосновение их с грунтом, а также предусмотрены меры против скапливания атмосферной влаги на конструкциях или внутри них.

Складирование металлических изделий должно обеспечивать сохранность их качества; возможность беспрепятственного осмотра и погрузки любой партии металлических ферм, простоту учета и инвентаризации; безопасность работы; постоянное обновление запасов. При многоярусном складировании металлических изделий между ярусами следует укладывать деревянные прокладки, располагаемыми по одной вертикали с подкладками. При этом высоту прокладок назначают из условия возможности производства последующих операций, связанных со строповкой или захватом конструкции.

Высота штабелей при ручной укладке металлических изделий не должна превышать 1,5 м.

Требования к организации рабочего места

В процессе монтажа металлических рам монтажники должны находиться на надежно закрепленных средствах подмащивания. Запрещается пребывание людей на элементах конструкций и оборудования во время их подъема и перемещения.

					СП-402.270800.2016.ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		78

Запрещается переход монтажников по установленным конструкциям и их элементам, на которых невозможно обеспечить требуемую ширину прохода либо отсутствует ограждение.

Для строительных площадок и участков работ необходимо предусматривать общее равномерное освещение. Освещенность, создаваемая осветительными установками общего освещения, должна быть не менее нормируемой.

Таблица 16

Участки строительных площадок и работ	Наименьшая освещенность, Лк	Уровень поверхности, на которой нормируется освещенность
Погрузка, установка, подъем, разгрузка строительных конструкций и деталей	5	На площадках приема и подачи конструкций и деталей
Монтаж конструкций	10	По всей высоте сборки
Подходы к рабочим местам (лестницы, леса и т. д.)	3	На площадках и подходах
Склады	3	На уровне земли

Разработка графика производства работ

Основная задача при разработке графика производства работ - это определение продолжительности выполнения различных работ, последовательности их выполнения и взаимной увязки работ по захваткам и во времени.

В зависимости от особенности здания, его назначения и конструктивных решений в технологии монтажа появляются существенные изменения, которые следует учитывать при проектировании. Однако при возведении мансарды следует помнить, что монтаж ведется по законченным, устойчивым пространственно жестким ячейкам, и монтаж вышележащих конструкций не допускается до полного и окончательного закрепления всех конструкций нижележащего яруса.

Порядок выполнения работ

1. Необходимо разобрать парапет до отметки +8,980.
2. Устройство ж/б монолитного пояса на отметке +9,380. Бетон готовится прямо на месте и укладывается в опалубку.
3. Установка опорных стоек на ж/б монолитный пояс. Опорные стойки закрепляются на анкерные болты.
4. Установка колонн на отметке +8,980. Колонны закрепляются временными кондукторами.
5. Монтаж главных балок. Балки монтируются вручную со стремянок закрепляются болтами и грунтуются.
6. Монтаж полурам. Монтаж проводить методом поворота относительно центрального болта на опорной стойке, с помощью монтажной мачты.
7. Крепеж прогонов – шляпный профиль.
8. Монтаж металлочерепицы производить вручную. Закрепляя ее к прогонам (из шляпного профиля) на самонарезающие винты диаметром 3 мм. Металлочерепицу прикреплять в продольном направлении через одну складку, а поперечном через одну волну.
9. Утепление конструкции производить после того как, будет полностью смонтирована металлочерепица.

В состав работ, последовательно выполняемых при монтаже полурам, входят:

- подготовка мест опирания полурам;
- укрупнительная сборка полурам;
- установка готовых полурам в проектное положение;
- выверка и закрепление полурам в проектном положении.

					СП-402.270800.2016.ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		80

Подготовка конструкций к монтажу

Металлические полурамы, поставляемые на монтаж, должны отвечать требованиям соответствующих стандартов, технических условий и рабочих чертежей.

Деформированные конструкции следует выправить. Правка может быть выполнена без нагрева поврежденного элемента (холодная правка) либо с предварительным нагревом (правка в горячем состоянии) термическим или термомеханическим методом. Холодная правка допускается только для плавно деформированных элементов. Холодную правку конструкций следует производить способами, исключающими образование вмятин, выбоин и других повреждений.

Решение об усилении поврежденных конструкций или замене их новыми должен выдать разработчик проекта.

При производстве монтажных работ запрещаются ударные воздействия на конструкции из сталей.

Укрупнительная сборка

До начала работ по монтажу полурам следует произвести их укрупнительную сборку в специально отведенных для этого местах. Укрупнительную сборку полурам производят в строгом соответствии с детализированными чертежами.

Укрупнение конструкций позволяет эффективнее использовать грузоподъемность монтажных средств, сокращать трудоемкость и продолжительность монтажа, повышать производительность труда и снижать стоимость строительства.

При отсутствии в рабочих чертежах специальных требований предельные отклонения размеров, определяющих собираемость конструкций (длина элементов, расстояние между группами монтажных отверстий), при сборке отдельных конструктивных элементов и блоков не должны превышать предельные отклонения линейных размеров: 3 мм. Контроль – измерительный, измеряется каждый конструктивный элемент с записью в журнал работ.

					СП-402.270800.2016.ВКР	Лист
						81
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Монтаж, выверка и закрепление

Монтаж полурам осуществляется с помощью монтажной мачты, способной обеспечить подъем на установленную высоту.

До подъема полурам монтажники прикрепляют к ней строповочный трос. Данная операция производится теми монтажниками: один монтажник придерживает полураму внизу - возле опорной стойки, второй поднимает ее с помощью монтажной мачты и троса, третий закрепляет со стремянки полураму болтом к балке. Перемещение полурамы и её крепеж к балке производится по команде звеньевоего, который находится на стремянке. После предварительной выверки положения полурамы звеньевой производит её предварительное закрепление путём одним болтом. После выверки монтажник производит окончательное закрепление полурамы.

Определение объемов и трудоемкостей работ

Объемы работ по монтажу конструкций подсчитывается на основании рабочих чертежей объекта по единицам измерений, принятых в соответствующих разделах ТЕР, СП. На здание или составляется одна ведомость объемов работ.

Последовательность отображения работ не имеет существенного значения, но при этом должны учитываться все виды подготовительных и вспомогательных работ, такие как обустройство конструкций перед монтажом, монтаж и демонтаж подъемников, работы по заделке стыков и швов между отдельными конструктивными элементами.

Объемы работ и соответственно трудоемкости их выполнения зависят в ряде случаев от технологии монтажа, поэтому принципиальные решения по методам производства монтажных работ должны приниматься до подсчета объемов работ. Однако принятие таких решений не исключает появления нескольких вариантов технологий монтажа. На каждый вариант методов монтажа, комплектов машин, способов установка конструкций, структуры технологического потока составляется отдельная калькуляция трудовых затрат.

					СП-402.270800.2016.ВКР	Лист
						82
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Результаты расчетов сводятся в табличную форму.

Калькуляция трудозатрат

Таблица 17

№ п/п	Шифр норматива	Наименование объекта и затрат	Един. измер.	Кол-во	Затраты труда рабочих, чел-час.	
					На един.	Всего
1. Демонтаж кровли						
1	ТЕР46-04-008-01	Сборка покрытий из рулонных материалов	100 м ²	2,66	14,38	38,3
2	ТЕР46-04-010-01	Демонтаж цементной стяжки толщиной 15 мм	100 м ²	2,45	23,78	58,3
3	ТЕР46-04-010-01	Демонтаж парапетных плит	100 м ²	2,45	11,43	28
4	ТЕР12-01-014-02А	Снятие шлакового утеплителя	м ³	37,8	1,52	57,5
5	ТЕР46-04-002-02	Чистка и грунтовка плит перекрытия	100 м ²	2,45	12,16	32,4
6	ТЕР55-05-001	Уборка мусора	т	26,5	1,13	30,2
Итого по разделу: демонтаж кровли						268,5
2. Устройство монолитного ж/б пояса						
7	ТЕР06-01-080-04	Приготовление бетона В 15	м ³	8,7	3,02	26,3
8	ТЕР06-01-035-01	Устройство ж/б пояса в опалубке из бетона В 15	м ³	8,7	10,16	88,4
9	ТЕР06-01-015-08	Установка закладных деталей	т	0,425	63,22	26,9
Итого по разделу: Устройство монолитного ж/б пояса						141,6
3. Несущая конструкция мансарды						
10	ТЕР09-03-002-02	Монтаж опорных стоек и вальм	т	2,35	10,47	24,6
11	ТЕР09-03-015-01	Монтаж балок	т	1,06	15,79	16,7
12	ТЕР09-03-021-02	Монтаж полурам	т	2,32	23,05	53,5
13	ТЕР09-03-014-01	Монтаж элементов рам	т	0,79	63,28	50,3
15	ТЕР09-01-001-01	Монтаж каркаса из легких конструкций	т	1,29	22,4	29,1
16	ТЕР13-03-002-03	Огрунтовка поверхности ГФ-021	100 м ²	1,87	21,23	39,9
17	ТЕР13-03-004-22	Окраска поверхностей эмалью ПФ-837	100 м ²	1,87	2,45	4,6
18	ТЕР09-04-002-01	Монтаж металлочерепицы	100 м ²	4,08	35,5	208,3
Итого по разделу: Несущая конструкция мансарды						488,5
4. Конструкция окон						
19	ТЕР09-01-001-01	Монтаж каркаса	т	0,7	22,4	15,7
20	ТЕР26-01-048-02	Устройство каркаса изоляции и сетки	м ²	8,0	0,181	1,5
21	ТЕР26-01-011-01	Изоляция поверхностей оберточными минераловатными изделиями	м ³	2,5	14,8	37
22	ТЕР10-05-008-01	Обшивка ГВЛ	100 м ²	0,20	83	16,6
23	ТЕР26-01-052-02	Покрытие поверхностей изоляции винилпластовой пленкой	м ²	8,0	0,913	7,3
Итого по разделу: Конструкция окон						78,1
5. Утепление ограждающей конструкции						
24	ТЕР09-01-001-01	Монтаж каркаса из легких конструкций	т	0,61	22,4	13,6
25	ТЕР11-01-005-01	Устройство гидро-ветроизоляции	100 м ²	3,78	6,6	25,1
26	ТЕР12-01-013-01	Утепление поверхностей минераловатными плитами	100 м ²	3,78	31	117,2
27	ТЕР11-01-005-01	Устройство пароизоляции	100 м ²	3,78	5,6	21,2

28	ТЕР10-05-008-01	Обшивка ГВЛ в 2 слоя	100м ²	7,56	83	627,6
Итого по разделу: Утепление ограждающей конструкции						804,7
6. Конструкция перегородок						
29	ТЕР09-01-001-01	Монтаж каркаса из легких конструкций	т	1,511	22,4	33,8
30	ТЕР12-01-013-01	Изоляция минераловатными плитами в один слой	100 м ²	3,36	25,55	85,8
31	ТЕР10-05-008-01	Обшивка ГВЛ	100 м ²	3,36	83	278,9
Итого по разделу: Конструкция перегородок						398,5
7. Проемы						
32	ТЕР10-01-039-01	Установка дверных блоков в перегородках	м ²	25,2	2,08	52,4
Итого по разделу: Проемы						52,4
8. Устройство полов						
33	ТЕР 11-01-008-02	Устройство тепло- и звукоизоляции из шлака	м ³	7,08	3,82	27
34	ТЕР11-01-035-04	Устройство основания: 2 слоя ГВЛ	100 м ²	3,21	96	308,1
35	ТЕР11-01-036-01А	Покрытие на клее бустилат из поливинилхлоридного линолеума	100 м ²	3,21	50,88	163,3
36	ТЕР11-01-011-01	Устройство цементной стяжки толщиной 20 мм	100 м ²	0,82	39,51	32,4
37	ТЕР11-01-027-03	Устройство покрытия на цементном растворе из керамической плитки	100 м ²	0,82	119,78	98,6
Итого по разделу: Устройство полов						629,2
ИТОГО:						2862

Выбор механизмов

В связи с тем, что работы по возведению мансардной надстройки будут проходить в стесненных условиях, были приняты следующие механизмы:

- для подачи материалов на высоту используется строительный подъемник СП-10 м грузоподъемностью 1 тонна, с грузовой платформой 2*3 м площадью 6м².
- для постановки в проектное положение колонн используется кондуктор для временного закрепления колонн.

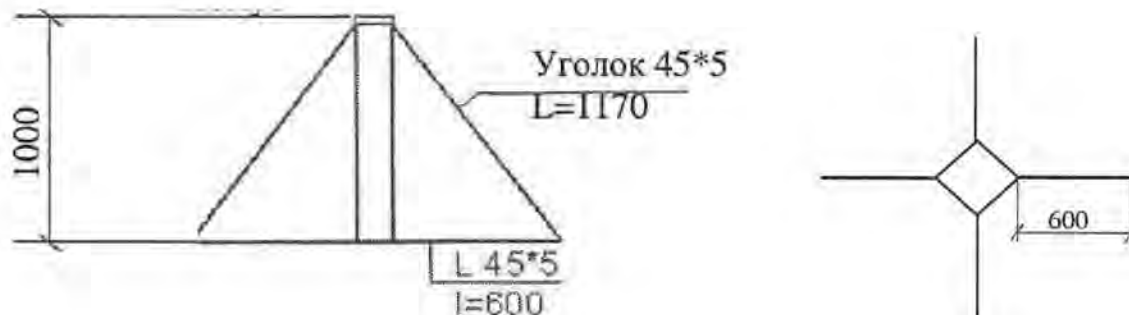


Рисунок 50. Кондуктор

				СП-402.270800.2016.ВКР		Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		
					84	

-подъем полурам в проектное положение осуществлять с помощью монтажной стойки.

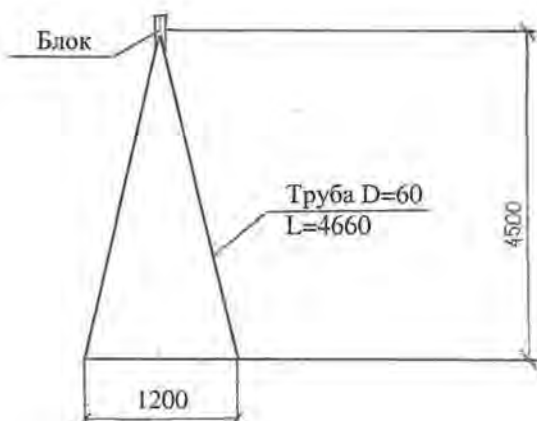


Рисунок 51. Монтажная мачта

- крепление металлочерепицы к прогонам, прогонов к полурамам, листов ГВЛ осуществлять с помощью электроинструмента марки «BOSCH».

Требования к качеству и приемке работ

Контроль качества работ по монтажу полурам должен осуществляться специальными службами, создаваемыми в строительной организации и оснащенными техническими средствами, обеспечивающими необходимую достоверность и полноту контроля.

Контроль качества работ должен включать входной контроль рабочей документации, конструкций и изделий; операционный контроль производства работ по монтажу полурам и приемочный контроль.

					СП-402.270800.2016.ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		85

Требования к качеству предшествующих работ

До начала монтажа полурам должны быть выполнены следующие работы:

- монтаж колонн;
- прокладка временных дорог и проездов;
- устройство мест для укрупнительной сборки полурам;
- доставка элементов на строительную площадку;
- доставка инвентарных приспособлений, инструмента и прочих материально-технических ресурсов, необходимых для монтажа;
- укрупнительная сборка;
- проведение инструктажа на рабочем месте; установка предупреждающих и запрещающих знаков безопасности.

Предельные отклонения фактического положения смонтированных колонн не должны превышать значений, приведенных в таблице.

Таблица 18

Параметр	Предельные отклонения, мм	Контроль (метод, объем, вид регистрации)
1. Отклонения отметок опорных поверхностей колонны от проектных	5	Измерительный, каждая колонна, геодезическая исполнительная схема
2. Разность отметок опорных поверхностей соседних колонн	3	Измерительный, каждая колонна, геодезическая исполнительная схема
3. Смещение осей колонн относительно разбивочных осей в опорном сечении	5	Измерительный, каждая колонна, геодезическая исполнительная схема
4. Отклонение осей колонн от вертикали в верхнем сечении	10	Измерительный, каждая колонна, геодезическая исполнительная схема
5. Кривизна колонны	0,0013 расстояния между закреплениями, но не более 15	Измерительный, каждый элемент, журнал работ

Входной контроль

Входной контроль конструкций и комплектующих изделий проводят в соответствии с ГОСТ 24297-87 «Входной контроль продукции. Основные положения».

При входном контроле полурамы, подлежащие монтажу, следует проверять по габаритам и количеству. При поступлении на объект должны сопровождаться документом о качестве (паспортом), содержащим:

- наименование и юридический адрес предприятия – изготовителя, его товарный знак (при наличии);
- наименование изделия;
- обозначение технических условий производства профилей;
- месяц и год изготовления;
- акт приемки изделия;
- отметку технического контроля;
- подтверждение соответствия качества изделия требованиям ТУ;
- изображение знака соответствия пожарной безопасности.

К паспорту может быть приложена копия сертификата пожарной безопасности, заверенная в установленном порядке.

При наличии в технических условиях на конструкции серийного производства и проектной документации на конструкции единичного или мелкосерийного изготовления требований о входном контроле качества материалов и комплектующих изделия, его производят в аттестованной лаборатории или лаборатории изготовителя конструкций.

Операционный контроль

Операционный контроль качества работ по монтажу металлических рам выполняют в процессе производства работ. Ответственным за качество выполненных работ назначается мастер или прораб.

Операционный контроль проводят в соответствии с технологической

					СП-402.270800.2016.ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		87

документацией изготовителя. Контроль должен быть достаточным для оценки качества выполняемых операций, имея в виду выполнение требований стандартов или технических условий и проектной документации на конструкции.

Состав контролируемых признаков в процессах контроля и полнота охвата их контролем, а также точность и стабильность параметров технологических режимов операций производства принимаются по технологической документации изготовителя, разработанной в соответствии со стандартами единой системы технологической подготовки производства.

При выборочном контроле случайно выбранная единица подлежит контролю по всем параметрам. Если фактическое значение хотя бы одного параметра выходит за пределы допуска, эта единица отбраковывается и тогда контролю подлежат удвоенное количество единиц из данной партии. В случае повторного обнаружения брака по данному параметру вся партия возвращается изготовителю на разбраковку, а затем их предъявляют на контроль в том же порядке.

Приемочный контроль

При приемочном контроле осуществляют проверку соответствия положения рам положению, указанному в рабочих чертежах. Предельные отклонения, а также метод, объем и вид контроля при монтаже указаны в таблице.

Таблица 19

Параметр	Предельные отклонения, мм	Контроль (метод, объем, вид регистрации)
1. Отметки опорных узлов	10	Измерительный, каждый узел, журнал работ
2. Смещение с осей из плоскости рамы	15	Измерительный, каждый элемент, геодезическая исполнительная схема
3. Кривизна между точками закрепления участков рамы	0,0013 расстояния между точками закрепления, но не более 15	Измерительный, каждый элемент, журнал работ
4. Расстояние между осями рам по верхним поясам между точками закрепления	15	Измерительный, каждый элемент, журнал работ

Организация строительства

					СШ-402.270800.2016.ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		89

Пояснения к стройгенплану

Стройгенплан - важнейшая составная часть проекта организации строительства (ПОС) и проекта производства работ (ППР), основной документ, который регламентирует организацию площадки строительства, объемы временного строительства. Стройгенплан разработан на возведение мансардной надстройки.

Он включает в себя объекты основного строительства, инженерные сети, грузоподъемные механизмы, площадки складирования материалов и конструкций, временные и постоянные дороги, место расположения строительного городка.

Основные внутриплощадочные дороги выполняются шириной 5 м, с временным уширением до 8 метров возле складских помещений для разгрузки материалов – дополнительное покрытие из щебня толщиной 0,4 м. Материалы, полуфабрикаты и конструкции, доставляются на стройплощадку автотранспортом.

По согласованию с заказчиком временное электроснабжение стройплощадки предусматривается от внутренней электросети здания.

Временное водоснабжение осуществляется от существующего водопровода здания.

Временное ограждение территории строительства выполняется инвентарным забором в соответствии с ГОСТ 23407-78.

Расчет продолжительности строительства.

Название и местонахождение стройки: 3-х этажное административное здание находящееся в г. Снежинске Челябинской области.

Площадь: 237 м².

Начало строительства: 1 июля.

Продолжительность строительства 50 дней.

Распределение строительного-монтажных работ вести согласно календарному плану строительства.

					СИИ-402.270800.2016.ВКР	Лист
						90
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Расчет потребности в зданиях санитарно-бытового
и административного назначения

Объем временного строительства рассчитываются отдельно для определения потребности в административных и санитарно-бытовых зданиях, возводимых непосредственно на строительной площадке.

Потребности строительства в рабочих кадрах

Калькуляция потребности строительства в категориях работающих

Таблица 20

№	Состав рабочих кадров	Соотношение категорий, %	Количество рабочих кадров, чел.
1	Всего работающих	100	11
2	Рабочие	73	8
3	ИТР	18	2
4	Охрана	9	1
5	Мужчины	100	11
6	Кол-во рабочих в максимальную смену, из них:	100	11
7	Рабочие	100	8
8	ИТР	100	2
9	Охрана	100	1

Потребность во временных зданиях

Номенклатура и серия мобильных зданий определяется по справочнику строителя.

Конструктивные решения временных зданий

Таблица 21

№	Наименование зданий	Расчетная численность, чел	Серия мобильных зданий	Полезн. площадь, м ²	Размер зданий, м×м×м	Кол-во зданий
1	Кантора	2	«Днепр»Д-03-К	6,8	3×3×2,9	1
2	Гардероб с умывальной	8	«Днепр»Д-06-К	15,7	3×6×2,9	1
3	Сушилка и обогрев	8	«Универсал»1129	15,5	3×6×2,9	1
4	Душевая	8	«Комфорт»К-6	8,1	3×3×2,9	1
5	Уборная	11	«Днепр»Д-09-К	1,4	1,3×1,2×2,4	1

Обоснование потребности строительства в складах

Потребность в складах основывается на том, что материалы и конструктивные элементы необходимые для возведения конструкции мансарды не могут храниться, подвергаясь атмосферным явлениям.

Площадь склада зависит от вида, способа хранения материалов и его количества. Площадь склада складывается из полезной площади, занятой непосредственно под хранящимися материалами, вспомогательной площади приемочных и отпускных площадок. Площадь складских площадок рассчитывается по формуле:

$$S_{тр} = P_{скл} \cdot q_{скл}$$

, где $P_{скл}$ – расчетный запас материалов;

$q_{скл}$ – норма складирования на 1 м² пола склада.

					СП-402.270800.2016.ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		92

Величину производственных запасов материалов, подлежащих хранению на складе, рассчитывают по формуле:

$$P_{скл} = (P_{общ}/T) \cdot T_n \cdot K_1 \cdot K_2$$

, где $P_{общ}$ – количество материалов, необходимых для выполнения плана строительства на расчетный период;

T – продолжительность расчетного периода;

T_n – норма запаса материалов (табличное значение);

K_1 – коэффициент неравномерности поступления материалов;

K_2 – коэффициент неравномерности потребления материалов.

Определение потребности строительства в складах сводится в таблице 19:

Итоговая площадь склада будет равна 28,3 м², тогда определим размеры склада для одного здания 5,2×5,5 метров.

					СПШ-402.270800.2016.ВКР	Лист
						93
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Расчёт площади складов

Таблица 22

№	Материалы и изделия	Продолжит. потребления, дни	Потребность			Коэффициент Равномерности		Запас материала		Норма складир. м ²	Площадь склада, м ²	
			единицы измерения	общая	суточная	поступления	потребления	нормативный	расчетный		на единицу	всего
1	Ме колонны и балки	2	т	2,2	1,1	1,1	1,1	8	10,6	1,8	19,2	4,8
2	Ригели и прогоны	3	т	3,6	1,2	1,1	1,1	8	11,6	1,8	20,9	4,2
3	Металлочерепица	4	100м ²	4,08	1,02	1,1	1,1	8	9,9	1,8	17,7	8,9
4	Утеплитель	7	м ³	21	3	1,1	1,3	5	21,5	1,0	21,5	5,4
5	Гипсоволокнистые листы	20	м ³	29	1,4	1,1	1,3	5	10,01	1,0	10,01	5
											28,3	

Потребность строительства в воде

Расход воды определяется как сумма потребностей по формуле:

$$Q_{mp} = Q_{np} + Q_{хоз} + Q_{пож}$$

где Q_{np} – производственные нужды,

$Q_{хоз}$ – хозяйственно-бытовые нужды,

$Q_{пож}$ – противопожарные нужды.

Производственные нужды:

$$Q_{np} = \sum K_{ny} \cdot q_y \cdot n_n \cdot K_u / (3600 \cdot t)$$

, где K_{ny} – коэффициент неучтенного расхода воды;

q_y – удельный расход воды на производственные нужды;

n_n – число производственных потребителей;

K_u – коэффициент часовой неравномерности потребления;

t – число учитываемых расходом воды часов в смену.

Хозяйственно-бытовые нужды:

$$Q_{хоз} = \sum q_x \cdot n_p \cdot K_u / (3600 \cdot t) + q_d \cdot n_d / (60 \cdot t_1)$$

, где q_x – удельный расход воды на хозяйственные нужды;

n_p – число работающих в наиболее загруженную смену;

K_u – коэф-нт часовой неравномерности потребления;

t – число учитываемых расходом воды часов в смену;

q_d – расход воды на прием душа одного работающего;

n_d – число пользующихся душем (80% от n_p);

t_1 – продолжительность пользования душем.

					СП-402.270800.2016.ВКР	Лист
						95
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Противопожарные нужды: $Q_{пож}=10$ л/с,
из расчета действия 2 струй из гидрантов по 5 л/с.

Расчёт потребности в воде

Таблица 23

№	Наименование работ	Единица измерения	Кол-во потребления	Продолжит., дни	Удельный расход, л	коэффициент		Часов в смену	Расход воды, л/с
						неучт. расхода	неравн. потребл		
Строительные нужды									
1	Уход за бетоном	1м ³	18	3	2250	1,2	1,5	8	0,42
Производственные нужды									
2	Прием душа	80%раб	8	-	50	-	-	0,75	0,15
3	Умывальники	1раб.в НМС	11	-	4	-	1,5	8	0,002
4	Уборные	1раб.в НМС	11	-	6	-	1,5	8	0,003
Хозяйственные нужды									0,155
Пожарные нужды									10,0
Общий расход воды									10,58

Диаметр труб водонапорной наружной сети принимается по формуле:

$$D = 2 \cdot \sqrt{1000 \cdot \frac{Q_{тр}}{3,14 \cdot v}} = 2 \cdot \sqrt{1000 \cdot \frac{10,58}{3,14 \cdot 0,6}} = 149,9 \text{ мм.}$$

Количество гидрантов:

$$N_{гидр} = \frac{D}{150} = \frac{149,9}{150} = 0,999 \approx 1$$

Принимаем гидрант диаметром 150 мм.

Потребность строительства в электроэнергии

Сети электроснабжения постоянные и временные предназначены для энергетического обеспечения силовых и технологических потребителей, а так же для наружного и внутреннего освещения объектов строительства, временных зданий и сооружений, мест производства работ.

									Лист
									96
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	СШ-402.270800.2016.ВКР				

Расчетная электрическая нагрузка определяется по формуле:

$$P_p = \Sigma \frac{K_{1c} \cdot P_c}{\cos \varphi} + \Sigma \frac{K_{2c} \cdot P_c}{\cos \varphi} + \Sigma K_{3c} \cdot P_{ов} + \Sigma P_{он}$$

, где $\cos \varphi$ – коэффициент мощности;

$K_{1c}; K_{2c}; K_{3c}$ – коэффициенты спроса;

P_c – мощность силовых потребителей, кВт;

P_m – мощность для технологических нужд, кВт;

$P_{ов}$ – мощность устройств внутреннего освещения, кВт;

$P_{он}$ – мощность устройств наружного освещения, кВт.

Расчет потребности в электроэнергии

Таблица 24

№	Наименование потребителей	Един. измер.	Объем потреб.	Коэффициент		Удельная мощность	Расчетная мощность, кВт
				спроса, K_i	мощн., $\cos \varphi$		
1	Подъемник	шт.	1	0,2	0,5	26кВт/шт.	10,4
2	Электроинструменты	-	8	0,2	0,5	2кВт/шт.	6,4
Всего на силовые потребители							16,8
3	Территория производства работ	м ²	850	1,0	1,0	0,4 Вт/м ²	0,31
4	Главные проходы и проезды	м ²	120	1,0	1,0	5 Вт/м ²	0,6
5	Охранное освещение	м ²	200	1,0	1,0	1,5 Вт/м ²	0,3
6	Монтаж строительных конструкции	м ²	237	1,0	1,0	3 Вт/м ²	0,71
7	Такелажные работы	м ²	237	1,0	1,0	2 Вт/м ²	0,47
Всего на наружное освещение							2,4
8	Контора	м ²	6,8	0,8	1,0	15 Вт/м ²	0,08
9	Гардеробная с умывальной	м ²	15,7	0,8	1,0	10 Вт/м ²	0,13
10	Сушилка и обогрев	м ²	15,5	0,8	1,0	10 Вт/м ²	0,13
11	Душевая	м ²	8,1	0,8	1,0	15 Вт/м ²	0,10
12	Уборная	м ²	1,4	0,8	1,0	10 Вт/м ²	0,01
Всего на внутреннее освещение							0,45
Расчетная нагрузка							19,65

Потребность строительства в освещении

Расчет числа прожекторов ведется в соответствии с формулой:

$$N = p \cdot E \cdot S / P_{л}$$

, где p – удельная мощность, Вт,

E – освещенность, лк,

S – величина площадки подлежащей освещению,

$P_{л}$ – мощность лампы прожектора, Вт.

Принимаются типовые прожекторы ПЗС–25 ($p = 0,40$ Вт/м² ·лк, $P = 0,25$ кВт).

Потребность строительства в прожекторах

Таблица 25

№	Наименование потребителей	Объем потребления, м ²	Освещенность, лк	Расчетное кол-во прожекторов
1	Территория производства работ	850	2	3
2	Главные проходы и проезды	120	3	1
4	Общее равномерное освещение	300	0,5	1
Всего				5

По данным расчета принимается количество прожекторов - 5 шт. Высота прожекторных мачт 15 м, расстояние между мачтами 30 м.