

Министерство образования и науки Российской Федерации
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Южно-Уральский государственный университет»
 (национальный исследовательский университет)

Архитектурно-строительный институт
 Кафедра «Строительное производство и теория сооружений»

РАБОТА ПРОВЕРЕНА

Рецензент

_____/ Асташкин М.В. /
 « » 2017г.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

_____/ Пикус Г.А. /
 « » 2017г.

Пожарное депо в г. Челябинске

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
 К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
 ЮУрГУ–08.03.01.2017.382.ПЗ ВКР

Консультанты

по архитектуре
 _____ / Оленьков В.Д. /
 « » 2017г.

по конструкциям
 _____ / Ермакова А.В. /
 « » 2017г.

по технологии строительного производства
 _____ / Киянец А.В. /
 « » 2017г.

по организации строительного производства
 _____ / Киянец А.В. /
 « » 2017г.

Руководитель работы

_____/ Киянец А.В. /
 « » 2017г.

Автор проекта

студент группы **АСИ-401**
 _____ / **Дворникова Д. С.** /
 « » 2017г.

Антиплагиат

_____/ Киянец А.В. /
 « » 2017г.

Нормоконтролер

_____/ Киянец А.В. /
 « » 2017г.

Аннотация

Дворникова Д.С., Тупицын Р.А.,
Пожарное депо в г. Челябинске. –
Челябинск: ЮУрГУ, АС; 2017,
128 с, ил, библиогр. список – 46
наим, 13 листов чертежей ф.А1

Пояснительная записка состоит из введения, четырёх разделов, заключения и библиографического списка.

В архитектурно-строительной части дано описание природно-климатических условий, градостроительный план участка, объемно-планировочных решений, решений фасада и конструктивных решений здания. Выполнен теплотехнический расчет стены.

В расчётно-конструктивной части с помощью программных комплексов «AutoCAD» и «LIRA-SAPR» выполнен расчёт железобетонной плиты перекрытия и двухэтажной металлической колонны.

В разделе технологии строительного производства осуществлён подсчет объёмов работ, составлены технологические карты на монтаж подземной и надземной части здания.

В разделе организации строительного производства календарный план и строительный генеральный план участка застройки.

Графическая часть включает в себя 13 листов формата А1.

					<i>ЮУрГУ-ВКР-АСч-270800.2017.382.ПЗ</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	<i>Пожарное депо в г. Челябинске</i>	<i>Стадия</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Зав.каф</i>	<i>Пикус</i>					<i>ВКР</i>	<i>3</i>	<i>128</i>
<i>Руковод</i>	<i>Киянец</i>					<i>ЮУрГУ Кафедра СПТС</i>		
<i>Н.контр.</i>	<i>Киянец</i>							
<i>Разраб.</i>	<i>Дворникова</i>							

Содержание

Введение.....	7
1. Архитектурно - строительная часть	9
1.1. Исходные данные для проектирования	10
1.2. Природно-климатические условия площадки строительства	11
1.3. Градостроительный план участка	12
1.4. Конструктивное решение	13
1.5. Объемно-планировочные решения	14
1.6 Теплотехнический расчет стены.....	19
2. Расчетно-конструктивная часть.....	25
2.1. Расчет плиты перекрытия.....	26
2.1.2. Ввод исходных данных для расчета в программном комплексе Lira-SAPR.....	29
2.2. Расчет металлической колонны.....	43
2.2.1 Сбор нагрузок на здание.....	43
2.2.1.1. Постоянные нагрузки.....	43
2.2.1.2. Временные нагрузки	43
2.2.2. Расчет колонны в программном комплексе Лира.....	49
2.2.3. Расчет базы колонны.....	56
3. Технология строительного производства	64
3.1. Выбор и обоснование основных машин и механизмов для возведения здания	65

									Лист
									4
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ЮУрГУ-ВКР-АСи-270800.2017.382.ПЗ				

3.2. Подсчет объемов работ и составление калькуляции затрат труда	65
3.3. Технологическая карта на возведение подземной части	70
3.3.1. Порядок производства строительно-монтажных работ	70
3.3.2. Указания к производству отдельных видов работ.....	73
3.3.2.1. Подготовительные работы	73
3.3.2.2. Земельные работы	74
3.3.2.3. Геодезические работы	75
3.3.2.4. Опалубочные работы	76
3.3.2.5. Арматурные работы	77
3.3.2.6. Устройство рабочих швов.....	78
3.3.2.7. Бетонные работы	78
3.3.2.8. Устройство обратной засыпки пазух котлована	82
3.3.3. Требования к качеству работ	83
3.4. Технологическая карта на монтаж надземной части.....	87
3.4.1. Монтаж металлоконструкций каркаса.....	87
3.4.2. Устройство перекрытия и покрытия	89
3.4.3. Устройство архитектурных решений.....	91
3.4.3.1. Монтаж конструкций фахверка	91
3.4.3.2. Монтаж стеновых панелей.....	91
3.4.3.4. Устройство кирпичных стен и перегородок.....	92
3.4.3.5. Устройство полов	93

3.5. Контроль качества.....	94
3.6. Перечень применяемых машин и оборудования	98
4. Организация строительного производства.....	100
4.1. Разработка календарного плана на строительство пожарного депо.....	101
4.2. Строительный генеральный план.....	106
4.2.1 Порядок проектирования СГП.....	106
4.2.2. Расчет опасной зоны работы крана	107
4.2.3. Введение ограничений в работу крана	108
4.2.4. Расчет приобъектных складов	110
4.2.4.1. Определение запасов основных строительных материалов	110
4.2.4.2. Привязка приобъектных складов.....	111
4.2.5. Временные мобильные здания.....	111
4.2.5.1. Номенклатура подсобных зданий для строительных городков.....	111
4.2.5.2. Определение общей потребности во временных зданиях	112
4.2.5.3. Размещение на строительной площадке временных зданий и сооружений	115
4.2.6. Транспортные коммуникации.....	117
4.2.7. Обоснование потребности строительства в воде.....	119
4.2.8. Обоснование потребности в электроэнергии.....	121
4.2.9. Обоснование потребности в освещении	122
Заключение	124
Список литературы	125

					ЮУрГУ-ВКР-АСИ-270800.2017.382.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		6

Введение

Чаще всего пожары возникают по причине неосторожного обращения с огнём, небрежного использования бытовых приборов, нарушения правил пожарной безопасности. В случае дыма или пожара необходимо звонить в пожарную службу, которая незамедлительно вызывает пожарную бригаду для тушения пожара. То насколько быстро приедет пожарная машина зависит от того, как далеко от месторасположения пожарной части произошел пожар.

Главная задача противопожарной службы – обеспечение защиты население и материальных ценностей общества от огня и других стихийных бедствий. Как тип здания пожарное депо появилось в начале XIX века после Указа 1804 года о создании «профессиональной охраны городов». Пожарная каланча, являвшаяся местом наблюдения была самым высоким сооружением города, размещалась обычно на центральных площадях и играла важную градоформирующую роль.

В сегодняшний день пожарное депо – это комплекс сооружений, размещаемый на изолированных участках, предназначенных для содержания боевой пожарной техники и для несения службы работников пожарной охраны.

Челябинск - развивающийся город, в настоящее время строятся новые микрорайоны и появляется необходимость в увеличении количества служб спасения, чтобы обеспечить в необходимой степени безопасность повседневной жизни граждан и защиту населения от различных чрезвычайных ситуаций.

Одним из таких быстроразвивающихся микрорайонов является район Чурилово. Это новый и перспективный район, где уже проживает несколько десятков тысяч человек, открываются детские сады, школы и больницы. На территории района располагается Агрокомплекс «Чурилово», так же

					ЮУрГУ-ВКР-АСи-270800.2017.382.ПЗ	Лист
						7
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

неподалеку находится территория Товарищества Собственников Недвижимости "ТРАКТОРОСАД №3".

Доступность района для быстрого реагирования служб затруднена из-за достаточной удаленности расположения пожарных частей, а также расположения дорог, которые используются для проезда и окруженность района территориями заводов, садовых товариществ и озерами Первым, Вторым, Шелюгино.

					ЮЧрГУ-ВКР-АСи-270800.2017.382.ПЗ	Лист
						8
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

1. Архитектурно - строительная часть

					ЮУрГУ-ВКР-АСи-270800.2017.382.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		9

1.1. Исходные данные для проектирования

Здание пожарного депо расположено в районе Чурилово города Челябинск по ул. Зальцмана.

Здание двухэтажное, на первом этаже расположена стоянка на 6 автомобилей, на втором этаже административные помещения.

Каркас здания металлический, перекрытие и покрытие монолитное, фундамент стаканного типа, перегородки

Снеговой район - III ($1.8 \frac{\text{кПа}}{\text{м}^2}$)

Ветровой район - II ($0.3 \frac{\text{кПа}}{\text{м}^2}$)

Этажность – 2 этажа

Размеры здания в плане – 72 м x 27.6 м.

Колонны – металлические (размеры в соответствии с спецификацией колонн).

Перекрытие – монолитное железобетонное, толщиной 100 мм.

Фундамент - монолитный столбчатый фундамент

					ЮУрГУ-ВКР-АСи-270800.2017.382.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		10

1.2. Природно-климатические условия площадки строительства

Площадка проектируемого пожарного депо располагается в Тракторозаводском районе г. Челябинска, Челябинской области. Место строительства относится к климатическому району – 1В.

- Средняя температура наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92: - 34°С
- Средняя температура: -39°С
- Средняя температура января - 16,4°С
- Средняя температура июля +18,1°С
- Минимальная абсолютная температура: - 44°С
- Максимальная абсолютная температура: +34°С
- Годовое количество осадков составляет 521мм
- Зона влажности: сухая
- Нормативное значение ветрового давления для II района: 0,30 кПа
- Расчетное значение веса снегового покрова на 1м² площади горизонтальной поверхности для III района: 1,8 кПа.

Средняя температура наиболее холодной пятидневки - 34°.

Скоростной напор ветра на высоте 10 м над поверхностью земли для II района составляет 0.3 кПа.

Расчётное значение веса снегового покрова на 1 м² площади горизонтальной проекции покрытия для III района составляет 1.8 МПа.

					ЮУрГУ-ВКР-АСи-270800.2017.382.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		11

1.3. Градостроительный план участка

Генеральный план и благоустройство выполнены в соответствии с [4].

Площадка проектируемого пожарного депо находится в г. Челябинске, Челябинской области. Площадка строительства расположена на участке, с южной стороны прилегающем к ул.Зальцмана, с западной стороны располагается автомобильная стоянка, с северной стороны располагается территория агрокомплекса «Чурилово», с восточной СНТ «Тракторосад 3». В административном отношении участок находится в восточной части города и относится к тракторозаводскому району.

Земельный участок для проектирования и строительства пожарного депо и прилегающей территории в настоящее время частично занят временной открытой автостоянкой.

Территория комплекса пожарного депо имеет прямоугольную форму размеры которой составляют 180 х 110 м. Комплекс пожарного депо включает в себя:

Таблица 1

Экспликация зданий и сооружений комплекса пожарного депо

Номер	Наименование	Площадь, м ²
1	Пожарное депо	1490,12
2	Площадка с учебной башней	216
3	100 метровая полоса с препятствиями	400
4	Подземный резервуар с пожарным гидрантом	210,6
5	Спортивная площадка	275
6	Служебная стоянка	186
7	Площадка для отдыха	120
8	Склад огнетушительных средств	90
9	Склад пожарного оборудования	54
10	Баскетбольная площадка	420

					ЮУрГУ-ВКР-АСи-270800.2017.382.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		12

Пожарное депо в осях имеет размеры 72 x 27,8 м.

Преобладающее направление ветров – Южное.

Покрытие проездов и тротуаров - асфальтобетонное.

Благоустройство территории комплекса включает в себя: создание газонов, цветников, посадку деревьев и кустарников. Свободную от застройки, проездов и площадок территорию засеивают газонными травами.

На территорию пожарного депо въезд осуществляется через установленные ворота шириной 6 м, рядом с которыми расположены 2 служебных входа и КПП.

1.4 Конструктивные решения

Каркас здания пожарного депо выполняется в металле и состоит из двухэтажной однопролетной рамы в рядах В...Е оси 1...13 пролетом 15 м, высотой до низа ригеля кровельного покрытия 7,6 м.

В рядах А...Б оси 8...11, и рядах Е...Ж оси 1...3 и 11...13 примыкают одноэтажные части здания, в рядах А...Б оси 2...3 примыкает трехэтажная часть здания.

Прочность и устойчивость каркаса двухэтажной части здания в поперечном направлении обеспечивается жестким соединением кровельных ригелей с колоннами, а в продольном направлении установкой вертикальных связей по колоннам в рядах В...Е...Ж оси 2...3, В...Е...Ж оси 11...12 и А оси 8...9, горизонтальных связей в рядах В...Ж оси 2...3, 11...12 на отм. +4.350 и в уровне низа кровельных ригелей. Все соединения колонн, включая колонны под перекрытия на отм. +4.500, с фундаментами на болтах, образуя жёсткое соединение.

Все металлоконструкции одноэтажных частей здания жестко соединяются с двухэтажной частью здания и с фундаментами.

Прочность и устойчивость одноэтажных частей здания по ряду А...Б в осях 2...3 и А в осях 8...9 и Ж в осях 2...3 и 11...12 обеспечивается постановкой вертикальных связей по колоннам.

					ЮУрГУ-ВКР-АСи-270800.2017.382.ПЗ	Лист
						13
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

Материал конструкций сталь марок С235, С245, С255 по ГОСТ 27772-88*. Монтажные соединения выполняются на сварке и болтах, в том числе и высокопрочных. Электроды для сварных соединений Э42 и Э46.

Все здания проектируются с легкими ограждающими конструкциями. Наружные стены здания запроектированы до отметки +1,200 кладка из кирпича полнотелого – минераловатная плита – кладка из легкобетонных блоков, выше данной отметки - из металлических утепленных сэндвич-панелей с цветным заводским антикоррозионно – полимерным покрытием, подробнее это рассматривается при теплотехническом расчете.

Фундаменты здания столбчатые на естественном основании из монолитного железобетона.

Отметка заложения фундаментов -2,500.

Бетон класса В25, W6, F75. Рабочая арматура класса А400, хомуты арматура А240.

Пожарная безопасность.

Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности приняты в соответствии с Федеральным законом №123 – ФЗ и Техническим регламентом о требованиях пожарной безопасности.

При разработке объемно – планировочных и конструктивных решений особое внимание уделено противопожарной защите и безопасной эвакуации людей.

Класс пожарной опасности здания С0.

Класс функциональной пожарной опасности Ф 4.4. (отдельный пункт на пожарное депо)

Степень огнестойкости II (не ниже второй, т.к. пожарное депо).

1.5 Объемно-планировочные решения

Здание двухэтажное, бесподвальное, размерами в плане 72х27,6 м, до низа балки покрытия 7,6 м.

					ЮУрГУ-ВКР-АСи-270800.2017.382.ПЗ	Лист
						14
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

Каркас здания выполнен в металле, перекрытия и покрытие из монолитного железобетона, наружные стены – трехслойные сэндвич панели.

Класс конструктивной пожарной опасности применяемых конструкций К0 (т.е. непожароопасные), класс конструктивной пожарной опасности здания принят С0.

Класс функциональной пожарной опасности здания Ф 4.4, степень огнестойкости II на основании [6].

На первом этаже (отм.0,000) высота до низа балки перекрытия 4,0 м размещены: помещение автостоянки на шесть машин, помещение мойки и пост технического осмотра автомобилей со сквозным проездом, служебное помещение, помещение связи, электрощитовая, мастерская, две лестничные клетки типа Л1 и др.

На втором этаже (на отм. +4,500) размещены: помещения дежурного караула, инспекторов, учебный класс, спортзал, гардеробная чистой и грязной одежды, начальника смены, канцелярия кабинет начальника части и заместителя начальника части, расчетная часть, комната собраний, комната разогрева и хранения продуктов и др.

В осях 2-3 и А-Б размещена башня для сушки рукавов с размерами в плане 6,0х6,0 м, высотой до низа балки покрытия 12,6 м, где предусмотрены: помещения сушки одежды, сушки рукавов и лестница 2-го типа.

Наружные стены здания запроектированы из металлических утепленных (негорючий утеплитель Руф-Баттс) сэндвич-панелей с цветным заводским антикоррозионно-полимерным покрытием, класса конструктивной пожарной опасности К0.

Цокольная часть наружных стен высотой 1,2 м запроектирована трехслойной: с внутренней стороны стенка из легобетонных блоков, а с фасадной стороны стенка из лицевого кирпича с минераловатным утеплителем между ними.

Кровельное покрытие рулонное с теплоизоляцией по монолитной железобетонной плите с внутренним водоотводом.

					<i>ЮУрГУ-ВКР-АСи-270800.2017.382.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		15

Оконные переплеты из алюминиевых анодированных профилей с двойным остеклением (однокамерные).

Для входа в здание предусмотрена двустворчатая и одностворчатая металлические двери с утеплителем.

Внутренние двери металлические и деревянные.

Ворота металлические утепленные с механическим открыванием, распашные с калиткой по серии 1.435.3-30 «Ворота распашные 4х3,9 м с механизмом открывания для пожарных депо.

Таблица 2

Экспликация помещений первого этажа

					ЮЧрГУ-ВКР-АСи-270800.2017.382.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		16

Таблица 3

Экспликация помещений второго этажа

					ЮУрГУ-ВКР-АСи-270800.2017.382.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		17

1.6 Теплотехнический расчет стены

Исходные данные для выполнения расчета:

Конструкция стены представляет собой до отметки +1,200 двухслойную армированную кладку общей толщиной 390 мм, с теплоизоляционным слоем между кладками, состоящей из:

- из лицевого, полнотелого, одинарного глазурованного керамического кирпича 1НФ/200/2,0/100/ГОСТ 530 – 2007 толщиной 120 мм, на цементно-песчаном растворе марки М150;

- вентиляционный зазор 20 мм;

- из слоя утеплителя из минераловатных плит "КАВИТИ БАТТС" фирмы ROCKWOOL толщиной 60 мм (ТУ 5762-009-45757203-00) обернутые пароизоляционной универсальной пленкой ТУ 5774-051-17925162-2006, с пожарно-техническими характеристиками Г1; В1 фирмы ЗАО "ТехноНИКОЛЬ"- между слоями каменной кладки;

- из легкогобетонных блоков КСР-ПР-39-100-F100-1400 (ГОСТ 6133-99) толщиной 190 мм на цементно-песчаном растворе М100;

Выше отметки +1,200 – из стеновых трехслойных металлических панелей типа «сэндвич» толщиной 150 мм, монтажной шириной 1 м, с негорючим утеплителем из минеральной ваты на основе базальтового волокна, обшитым металлическим профилированным листом с 2 сторон, имеющим заводское антикоррозийное и декоративное полимерное покрытие наружной поверхности и полиэфирное покрытие внутренней поверхности обшивок. Профилирование обшивки панелей – трапецевидное ступенчатое. Стеновое ограждение устанавливается вертикально. Завод изготовитель – ЧЗПСН-Профнастил.

Продолжительность периода с температурой воздуха $\leq 8^{\circ}\text{C}$ составляет 218 суток, средняя температура отопительного периода (с температурой воздуха $\leq 8^{\circ}\text{C}$) составляет минус $6,5^{\circ}\text{C}$.

В соответствии с пунктом 5.2 [8] градусо-сутки отопительного периода, $^{\circ}\text{C} \cdot \text{сут}/\text{год}$, определяют по формуле:

					ЮУрГУ-ВКР-АСи-270800.2017.382.ПЗ	Лист
						18
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

$$\text{ГСОП} = (t_{\text{в}} - t_{\text{от}}) \cdot z_{\text{от}} \quad (1)$$

где $t_{\text{от}}$, $z_{\text{от}}$ – средняя температура наружного воздуха, °С, и продолжительность, сут/год, отопительного периода, принимаемые по своду правил для периода со среднесуточной температурой наружного воздуха не более 8 °С;

$t_{\text{в}}$ – расчетная температура внутреннего воздуха здания, °С.

$$\text{ГСОП} = (18 \text{ °С} - 6,5 \text{ °С}) \cdot 218 \text{ сут} = 5341 \text{ °С} \cdot \text{сут/год}$$

По примечанию 1 к таблице 3 [СП 50] определим значение требуемого сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции:

$$R_0^{\text{ТР}} = a \cdot \text{ГСОП} + b \quad (2)$$

где ГСОП - градусо-сутки отопительного периода, °С·сут/год, для конкретного пункта;

a, b – коэффициенты, значения которых следует принимать по данным таблицы соответственно $a = 0,0003$, $b = 1,2$.

$$R_0^{\text{ТР}} = 0,0003 \cdot 5341 + 1,2 = 2,8023 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°С}}{\text{Вт}}$$

Согласно табл.5 [8] нормируемый температурный перепад для данного типа зданий составляет $\Delta t_n = 4,5 \text{ °С}$.

Для выполнения условия обеспечения тепловой защиты здания его ограждающие конструкции должны соответствовать следующим требованиям:

1. Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций должно быть больше нормируемых значений.
2. Расчетный температурный перепад внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции не должен превышать нормируемой величины.

Произведем подсчет приведенного сопротивления стеновой сэндвич-панели.

Приведенное сопротивление теплопередаче рассчитывается по формуле:

$$R_0^{\text{ПП}} = R_{si} + R_k + R_{se} \quad (3)$$

					ЮУрГУ-ВКР-АСи-270800.2017.382.ПЗ	Лист
						19
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

где $R_{si} = \frac{1}{\alpha_{int}}$, α_{int} – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции, соответственно равный $8,7 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}$,

$$R_{si} = \frac{1}{8,7 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}} = 0,115 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}};$$

$R_{se} = \frac{1}{\alpha_{ext}}$, α_{ext} – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции, соответственно равный $23 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}$;

$$R_{se} = \frac{1}{23 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}} = 0,0435 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}};$$

R_k – термическое сопротивление ограждающей конструкции, вычисляемое по формуле:

$$R_k = \frac{\delta}{\lambda_p}, \quad (4)$$

где δ – толщина панели, м;

λ_p – расчетный коэффициент теплопроводности ограждающей конструкции, $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}$.

Принимаем $\delta = 0,15$ м, расчетный коэффициент теплопроводности стенового ограждения сэндвич-панелей принимается с учетом неоднородности замковых соединений и узлов примыкания $\lambda_p = 0,043 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}$.

$$R_k = \frac{0,15 \text{ м}}{0,043 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}} = 3,4884 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}}$$

Тогда приведенное сопротивление теплопередаче равно:

$$R_0^{пр} = 0,115 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}} + 3,4884 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}} + 0,0435 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}} = 3,6469 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}}$$

Расчетный температурный перепад вычисляется по формуле:

$$\Delta t_0 = \frac{n(t_B - t_H)}{R_0 \cdot \alpha_{int}}, \quad (5)$$

где n – коэффициент, учитывающий зависимость положения наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху и соответственно равный 1;

					ЮУрГУ-ВКР-АСИ-270800.2017.382.ПЗ	Лист
						20
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

$t_n = -34^\circ\text{C}$ – расчетная температура наружного воздуха в холодный период года;

R_0 – приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций, $\frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}{\text{Вт}}$.

Тогда расчетный температурный перепад равен:

$$\Delta t_0 = \frac{1(18^\circ\text{C} - (-34^\circ\text{C}))}{3,6469 \frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}{\text{Вт}} + 8,7 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}} = 1,64^\circ\text{C}$$

Вывод:

$$R_0^{\text{пр}} = 3,6469 \frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}{\text{Вт}} > R_0^{\text{тр}} = 2,8023 \frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}{\text{Вт}} \text{ – условие выполняется.}$$

$$\Delta t_0 = 1,64^\circ\text{C} < \Delta t_n = 4,5^\circ\text{C} \text{ – условие выполняется.}$$

Следовательно, тепловая защита здания обеспечена.

Произведем подсчет приведенного сопротивления цокольной части стены.

Приведенное сопротивление теплопередаче рассчитывается по формуле:

$$R_0^{\text{пр}} = R_{si} + R_k + R_{se} \quad (6)$$

$$R_{si} = \frac{1}{8,7 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}} = 0,115 \frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}{\text{Вт}};$$

$$R_{se} = \frac{1}{23 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}} = 0,0435 \frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}{\text{Вт}};$$

R_k – термическое сопротивление ограждающей конструкции, вычисляемое по формуле:

$$R_k = \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i}, \quad (7)$$

где δ – толщина панели, м;

λ_p – расчетный коэффициент теплопроводности ограждающей конструкции, $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}$.

1 – й слой: лицевой полнотелый глазурованный керамический кирпич толщиной $\delta = 0,12$ м, коэффициент теплопроводности $\lambda = 0,61 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}$

2 – й слой: воздушный зазор толщиной $\delta = 0,02$ м, сопротивление теплопередаче воздушной прослойки $R_{вп} = 0,15 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}}$

3 – й слой: утеплителя из минераловатных плит "Кавити Баттс" фирмы ROCKWOOL толщиной $\delta = 0,06$ м, коэффициент теплопроводности $\lambda = 0,038 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}$

4 – й слой: легкобетонные блоки по ГОСТ 6133-99 толщиной $\delta = 0,19$ м, коэффициент теплопроводности $\lambda = 0,42 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}$

$$R_k = \frac{0,12 \text{ м}}{0,61 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}} + 0,15 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}} + \frac{0,06 \text{ м}}{0,038 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}} + \frac{0,19 \text{ м}}{0,42 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}} = 0,197 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}} + 0,15 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}} + 1,579 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}} + 0,452 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}} = 2,378 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}}$$

Тогда приведенное сопротивление теплопередаче равно:

$$R_0^{\text{пр}} = 0,115 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}} + 2,378 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}} + 0,0435 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}} = 2,93 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}}$$

Расчетный температурный перепад равен:

$$\Delta t_0 = \frac{1(18^\circ\text{C} - (-34^\circ\text{C}))}{2,93 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}} \cdot 8,7 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}} = 2,04^\circ\text{C}$$

Вывод:

$$R_0^{\text{пр}} = 2,93 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}} > R_0^{\text{тп}} = 2,8023 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}} \text{ — условие выполняется.}$$

$$\Delta t_0 = 2,04^\circ\text{C} < \Delta t_n = 4,5^\circ\text{C} \text{ — условие выполняется.}$$

Следовательно, тепловая защита здания обеспечена.

Минимальная температура на всех участках внутренней поверхности наружных ограждений (τ_{int}) при расчетных условиях внутри помещения (t_{int} и φ_{int}) должна быть не менее температуры точки росы (t_d): $\tau_{\text{int}} \geq t_d$,

$$\tau_{\text{int}} = t_{\text{int}} - \Delta t_0 = 22 - 2,04 = 19,96^\circ\text{C}.$$

$$t_d = 12,56^\circ\text{C}.$$

$$\tau_{\text{int}} \geq t_d \text{ — условие выполняется}$$

									Лист
									22
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ЮУрГУ-ВКР-АСи-270800.2017.382.ПЗ				

Все условия проверки выполнены, расчет можно считать законченным, принимая толщину наружной ограждающей конструкции равной 390 мм.

					ЮЧрГУ-ВКР-АСи-270800.2017.382.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		23

2. Расчетно-конструктивная часть

					ЮУрГУ-ВКР-АСи-270800.2017.382.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		24

2.1. Расчет плиты перекрытия

Расчётная схема здания создана в программных комплексах AutoCAD, LIRA-SAPR, а расчёты произведены в программном комплексе LIRA-SAPR, с использованием [11].

Сбор нагрузок был выполнен в соответствие с [1].

2.1.1. Сбор нагрузок

2.1.1.1 Постоянные нагрузки

К постоянным нагрузкам относится: вес несущих и ограждающих строительных конструкций, который автоматически задается в программном комплексе LIRA-SAPR.

В таблице 7.1[1] указан коэффициент надежности по нагрузке для учета собственного веса металлических конструкций 1,05 и железобетонных конструкций 1,1.

2.1.1.2. Временные нагрузки

А) Длительно действующие нагрузки.

К длительно действующим нагрузкам относится: вес перегородок, вес конструкций пола.

Согласно пункту 8.2.2 [1] нормативные значения нагрузки от веса временных перегородок принимаем 1.5 кПа.

Коэффициенты надежности по нагрузке для равномерно распределенных нагрузок следует принимать 1,3, т.к. нагрузка менее 2,0 кПа.

Состав и нагрузки веса конструкции пола приведено в таблице 4.

					ЮУрГУ-ВКР-АСи-270800.2017.382.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		25

Конструкции пола

Состав	Нагрузка
Линолеум ПВХ-ЭМП ГОСТ 18108-80, толщиной 4мм	5,6 $\frac{\text{кг}}{\text{м}^2}$
Клей ТУ 400-2-50-93, толщиной 4 мм	5,2 $\frac{\text{кг}}{\text{м}^2}$
Стяжка цементно песчаного раствора, толщиной 32 мм М150	64 $\frac{\text{кг}}{\text{м}^2}$
Вспененный полиэтилен	5,2 $\frac{\text{кг}}{\text{м}^2}$
Итого	80 $\frac{\text{кг}}{\text{м}^2}$

Б) Кратковременные нагрузки.

К кратковременным нагрузкам относятся нагрузки от воздействия людей и климатические (снеговые, ветровые) нагрузки.

В таблице 8.3 [1] указано нормативное значение равномерно распределенной нагрузки для служебных помещений 2,0 кПа.

В п.10.1 [1] нормативное значение снеговой нагрузки на горизонтальную проекцию покрытия определяется по формуле:

$$S_0 = 0.7 \cdot C_e \cdot C_t \cdot \mu \cdot S_g, \quad (8)$$

где C_e - коэффициент, учитывающий снос снега с покрытий зданий под действием ветра или иных факторов, принимаемый в соответствии с п.10.5;

$$C_e = (1,2 - 0,1 \cdot V \cdot \sqrt{k})(0.8 + 0.002 \cdot b), \quad (9)$$

где k определяется по формуле:

					ЮУрГУ-ВКР-АСи-270800.2017.382.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		26

$$k(z_e) = k_{10} \cdot \left(\frac{z_e}{10}\right)^{2\alpha} = 0,65 \cdot \left(\frac{9,5}{10}\right)^{2 \cdot 0,20} = 0,6368$$

k_{10} и α принимаются в соответствии с таблицей 11.3, и равны соответственно равны 0,65 и 0,20, т.к. тип местности В (городская территория согласно п.11.1.6);

z_e – эквивалентная высота, равная 9,5 м, т.к. h (высота здания) $< d$ (размер здания) (согласно п.11.1.5[1]);

b – ширина покрытия, 15 м;

V – средняя скорость ветра за три наиболее холодных месяца принимается по карте 2 приложения Ж, равная 3 м/с;

$$C_e = (1,2 - 0,1 \cdot V \cdot \sqrt{k})(0,8 + 0,002 \cdot b) = (1,2 - 0,1 \cdot 3 \cdot \sqrt{0,6368}) \cdot (0,8 + 0,002 \cdot 15) = 0,7973$$

C_t – термический коэффициент, принимаемый в соответствии с 10.10 [1], равный 1,0;

μ – коэффициент перехода от веса снегового покрова земли к снеговой нагрузке на покрытие, принимаемый в соответствии с п.10.4;

По приложению Г.1 [1] коэффициент μ принимается равным 1, т.к. уклон покрытия менее 30° .

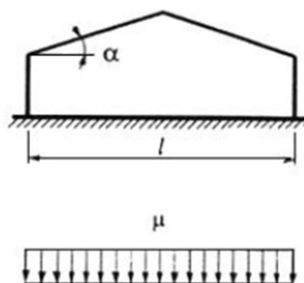


Рис. 1. Уклон покрытия здания

S_g - вес снегового покрова на 1 м горизонтальной поверхности земли, принимаемый в соответствии с 10.2, равный 1,8 кПа, т.к. снеговой район III.

$$S_0 = 0.7 \cdot C_e \cdot C_t \cdot \mu \cdot S_g = S_0 = 0.7 \cdot 0,7973 \cdot 1,0 \cdot 1 \cdot 1,8 = 1 \text{ кПа}$$

В связи с наличием парапета коэффициент μ на участке равном две высоты парапета принимается в соответствии с приложением Г.10.

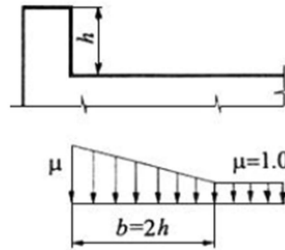


Рис. 2. Парапетная часть здания

$$\mu = \frac{2 \cdot h}{S_0} = \frac{2 \cdot 0,75 \text{ м}}{1 \text{ кПа}} = 1.5$$

Расчетная снеговая нагрузка:

$$S = \gamma_f \cdot S_0 \cdot \mu, \quad (10)$$

где $\gamma_f = 1,4$ – коэффициент надежности для снеговой нагрузки.

$S_1 = 1,4 \cdot 1 \text{ кПа} \cdot 1,5 = 2,1 \text{ кПа} = 0,21 \text{ т/м}^2$ – нагрузка, прикладываемая возле парапета.

$S_2 = 1,4 \cdot 1 \text{ кПа} \cdot 1 = 1,4 \text{ кПа} = 0,14 \text{ т/м}^2$ – нагрузка, прикладываемая в середине пролета.

2.1.2. Ввод исходных данных для расчета в программном комплексе Lira-SAPR

Расчет в программном комплексе Lira-SAPR базируется на основе метода конечных элементов на базе метода перемещений.

									Лист
									28
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ЮУрГУ-ВКР-АСи-270800.2017.382.ПЗ				

Для проведения расчета первоначальной задачей становится создание конечно элементной модели плиты перекрытия совместно с продольными и поперечными балками металлического каркаса здания, при этом используются следующие типы конечных элементов: Тип 10 – универсальный пространственный стержневой КЭ; Тип 44 – универсальный четырехугольный КЭ оболочки.

Следующим шагом для расчета плиты перекрытия является задание жесткости конечных элементов. Типы жесткости представлены на рисунке.

Рис. 3. Используемые жёсткости конечных элементов

Построение контура плиты и положения балочного каркаса осуществлялось с помощью ПК AutoCAD.

					ЮУрГУ-ВКР-АСи-270800.2017.382.ПЗ	Лист
						29
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

Рис. 4. Контур плиты

Далее файл с контуром железобетонной плиты и балок металлического каркаса был импортирован из программного комплекса AutoCAD в LIRA-SAPR, после чего была создана конечно-элементная модель.

Рис. 5. Конечно-элементная модель плиты

Далее вводим нагрузки при помощи редактора загрузений. После чего выполняем полный расчет и получаем следующие результаты перемещений и напряжений.

Рис. 6. Мозаика перемещений вдоль Z

					ЮУрГУ-ВКР-АСи-270800.2017.382.ПЗ	Лист
						30
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

Рис. 7. Мозаика напряжений по M_x

Рис. 8. Мозаика напряжений по M_y

Рис. 9. Мозаика напряжений по Q_x

Рис. 10. Мозаика напряжений по Q_y

На базе выполненного расчета, предлагается следующий вариант конструирования плиты.

Рис. 11. Арматура верхняя по оси X

Рис. 12. Арматура верхняя по оси Y

Рис. 13. Арматура нижняя по оси X

Рис. 14. Арматура нижняя по оси Y

На основании автоматизированного расчета, произведенного в ПК «Lira-SAPR» были приняты следующие конструктивные решения, которые отражены в графической части данного раздела.

Спецификация арматурных сеток приведена в таблице 5.

Таблица 5

Спецификация арматурных сеток

					<i>ЮУрГУ-ВКР-АСи-270800.2017.382.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						31
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

На следующем рисунке представлены некоторые арматурные сетки.

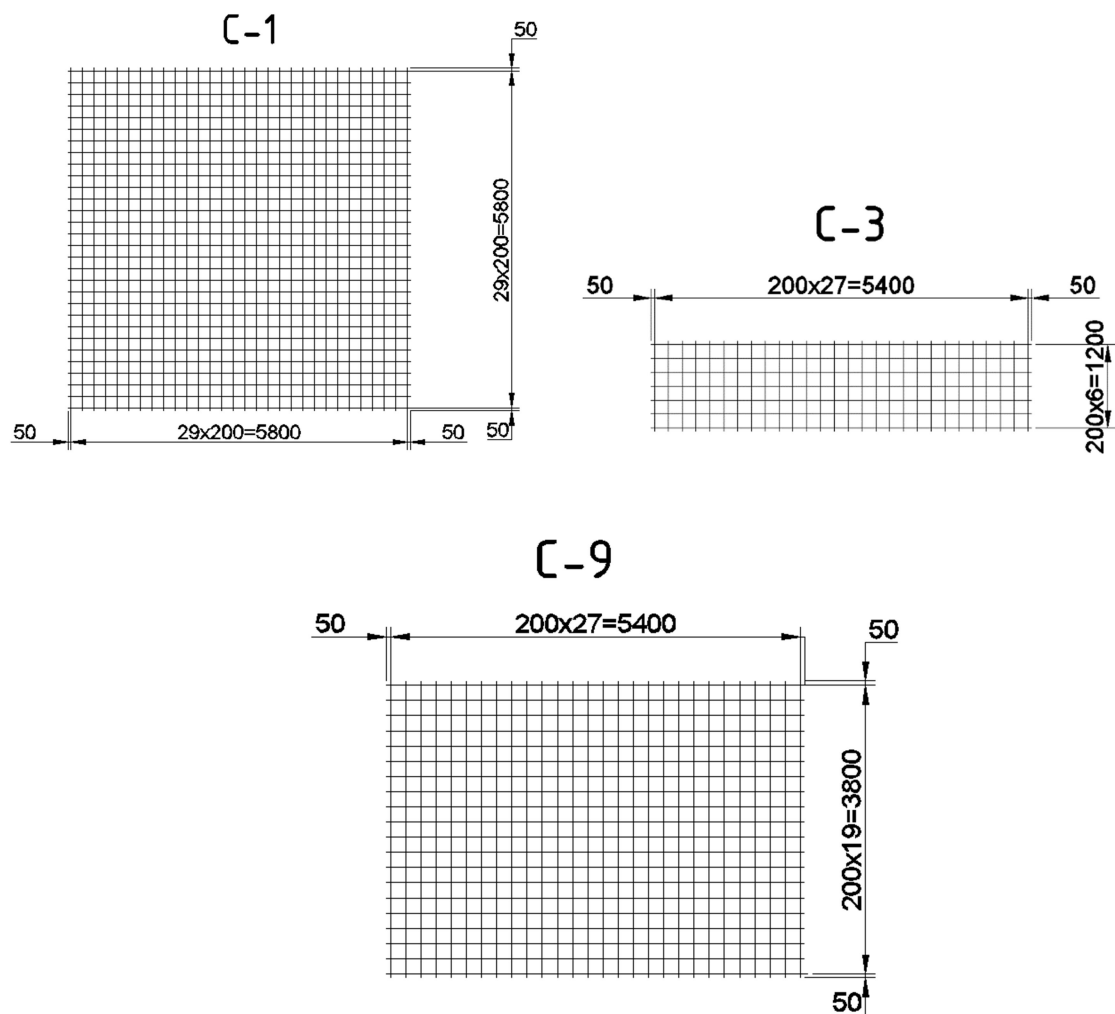


Рис.15. Пример сеток армирования плиты

2.2. Расчет металлической колонны

Расчётная схема рамы создана в программных комплексах AutoCAD, LIRA-SAPR, а расчёты произведены в программном комплексе LIRA-SAPR, с использованием [11].

Сбор нагрузок был выполнен в соответствии с [1].

2.2.1 Сбор нагрузок на здание

2.2.1.1. Постоянные нагрузки.

					ЮУрГУ-ВКР-АСи-270800.2017.382.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		32

К постоянным нагрузкам относится: вес несущих и ограждающих строительных конструкций, который автоматически задается в программном комплексе LIRA-SAPR.

В таблице 7.1[1] указан коэффициент надежности по нагрузке для веса металлических конструкций 1,05, для веса железобетонных конструкций 1,1.

2.2.1.2. Временные нагрузки

А. Длительно действующие нагрузки.

К Длительно действующая нагрузкам относится вес перегородок, вес конструкций пола.

Согласно пункту 8.2.2 [1] нормативные значения нагрузки от веса временных перегородок принимаем 1.5 кПа.

Коэффициенты надежности по нагрузке для равномерно распределенных нагрузок следует принимать 1,3, т.к. нагрузка менее 2,0 кПа.

Состав и вес конструкции пола приведены в таблице 6.

Таблица 6

Конструкции пола

Состав	Нагрузка
Линолеум ПВХ-ЭМП ГОСТ 18108-80, толщиной 4мм	5,6 $\frac{\text{кг}}{\text{м}^2}$
Клей ТУ 400-2-50-93, толщиной 4 мм	5,2 $\frac{\text{кг}}{\text{м}^2}$
Стяжка цементно песчаного раствора, толщиной 32 мм М150	64 $\frac{\text{кг}}{\text{м}^2}$
Вспененный полиэтилен	5,2 $\frac{\text{кг}}{\text{м}^2}$
Итого	80 $\frac{\text{кг}}{\text{м}^2}$.

Б. Кратковременные нагрузки.

К кратковременным нагрузкам относятся нагрузки от воздействия людей и климатические (снеговые, ветровые) нагрузки.

В таблице 8.3 [1] указано нормативное значение равномерно распределенной нагрузки для служебных помещений 2,0 кПа.

Снеговая нагрузка:

В п.10.1 нормативное значение снеговой нагрузки на горизонтальную проекцию покрытия определяется по формуле:

$$S_0 = 0.7 \cdot C_e \cdot C_t \cdot \mu \cdot S_g, \quad (11)$$

где C_e - коэффициент, учитывающий снос снега с покрытий зданий под действием ветра или иных факторов, принимаемый в соответствии с п.10.5[1];

$$C_e = (1,2 - 0,1 \cdot V \cdot \sqrt{k})(0,8 + 0,002 \cdot b), \quad (12)$$

где k определяется по формуле:

$$k(z_e) = k_{10} \cdot \left(\frac{z_e}{10}\right)^{2\alpha} = 0,65 \cdot \left(\frac{9,5}{10}\right)^{2 \cdot 0,20} = 0,6368$$

k_{10} и α по таблице 11.3, и равны 0,65 и 0,20 соответственно, т.к. тип местности В (городская территория согласно п.11.1.6[1])

z_e — эквивалентная высота, равная 9,5 м, т.к. h (высота здания) < d (размер здания) (согласно п.11.1.5 [1]);

b — ширина покрытия, 15 м;

V - средняя скорость ветра за три наиболее холодных месяца принимается по карте 2 приложения Ж, равная 3 м/с;

					ЮУрГУ-ВКР-АСИ-270800.2017.382.ПЗ	Лист
						34
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

$$C_e = (1,2 - 0,1 \cdot V \cdot \sqrt{k})(0,8 + 0,002 \cdot b) = (1,2 - 0,1 \cdot 3 \cdot \sqrt{0,6368})(0,8 + 0,002 \cdot 15) = 0,7973$$

C_t - термический коэффициент, принимаемый в соответствии с п.10.10 [1], равный 1,0;

μ - коэффициент перехода от веса снегового покрова земли к снеговой нагрузке на покрытие, принимаемый в соответствии с п.10.4 [1];

По приложению Г.1 [1] коэффициент μ принимается равным 1, т.к. уклон покрытия менее 30° .

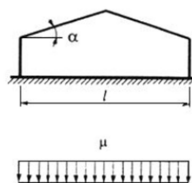


Рис.16. Уклон покрытия здания

S_g - вес снегового покрова на 1 м горизонтальной поверхности земли, принимаемый в соответствии с 10.2 [1], равный 1,8 кПа, т.к. снеговой район Ш.

$$S_0 = 0,7 \cdot C_e \cdot C_t \cdot \mu \cdot S_g = S_0 = 0,7 \cdot 0,7973 \cdot 1,0 \cdot 1 \cdot 1,8 = 1 \text{ кПа}$$

В связи с наличием парапета коэффициент μ на участке равном две высоты парапета принимается в соответствии с приложением Г.10.

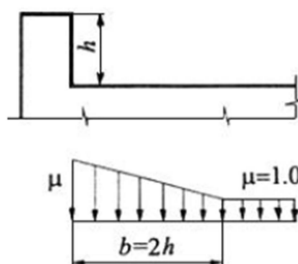


Рис.17. Парапетная часть здания

									Лист
									35
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ЮУрГУ-ВКР-АСи-270800.2017.382.ПЗ				

$$\mu = \frac{2 \cdot h}{S_0} = \frac{2 \cdot 0,75 \text{ м}}{1 \text{ кПа}} = 1,5$$

Расчетная снеговая нагрузка :

$$S = \gamma_f \cdot S_0 \cdot \mu, \quad (13)$$

где $\gamma_f = 1,4$ – коэффициент надежности для снеговой нагрузки.

$S_1 = 1,4 \cdot 1 \text{ кПа} \cdot 1,5 = 2,1 \text{ кПа} = 0,21 \text{ т/м}^2$ – нагрузка, прикладываемая возле парапета.

$S_2 = 1,4 \cdot 1 \text{ кПа} \cdot 1 = 1,4 \text{ кПа} = 0,14 \text{ т/м}^2$ – нагрузка, прикладываемая в середине пролета.

Ветровая нагрузка:

По п.11 [1] для здания необходимо учитывать расчетные значения ветровой нагрузки и пиковое значение ветровой нагрузки, действующие на конструктивные элементы ограждения и элементы их крепления.

В п.11.1.2 [1] нормативное значение ветровой нагрузки w определять как сумму средней w_m и пульсационной w_p составляющих:

$$w = w_m + w_p, \quad (14)$$

По п.11.1.3 [1] нормативное значение средней составляющей ветровой нагрузки w_m в зависимости от эквивалентной высоты z_e над поверхностью земли следует определять по формуле:

$$w_m = w_0 \cdot k(z_e) \cdot c, \quad (15)$$

где w_0 - нормативное значение ветрового давления определяющееся по таблице 11.1 [1] и равное 0,30 кПа, т.к. ветровой район равен II (принимается по карте 3 приложения Ж [1]);

$k(z_e)$ - коэффициент, учитывающий изменение ветрового давления для высоты (п.11.1.5 и п.11.1.6 [1]) и определяется по формуле

$$k(z_e) = k_{10} \cdot \left(\frac{z_e}{10}\right)^{2\alpha} = 0,65 \cdot \left(\frac{9,5}{10}\right)^{2 \cdot 0,20} = 0,6368$$

k_{10} и α по таблице 11.3, и равны 0,65 и 0,20 соответственно, т.к. тип местности В (городская территория согласно п.11.1.6[1])

Для зданий при h (высота здания) $< d$ (размер здания) (согласно п.11.1.5), z_e –эквивалентная высота, равна 9,5 м ,

Где c - аэродинамический коэффициент, равный 1,2 (п.11.1.7[1]).

$$w_m = w_0 \cdot k(z_e) \cdot c = 0,30 \text{ кПа} \cdot 0,6368 \cdot 1,2 = 0,22925 \text{ кПа}$$

В п.11.1.8 нормативное значение пульсационной составляющей ветровой нагрузки w_p на эквивалентной высоте z_e следует определять следующим образом:

$$w_p = w_m \cdot \zeta(z_e) \cdot v, \quad (16)$$

где w_m - определяется в соответствии с 11.1.3 и равна ;

$\zeta(z_e)$ - коэффициент пульсации давления ветра, принимаемый по формуле:

$$\zeta(z_e) = \zeta_{10} \cdot (z_e/10)^{-\alpha} \quad (17)$$

ζ_{10} и α по таблице 11.3, и равны 1,06 и 0,20 соответственно, т.к. тип местности В (городская территория согласно п.11.1.6)

z_e –эквивалентная высота, равная 9,5 м , т.к. h (высота здания) $< d$ (размер здания) (согласно п.11.1.5[1]),

$$\zeta(z_e) = \zeta_{10} \cdot \left(\frac{z_e}{10}\right)^{-\alpha} = 1,06 \cdot \left(\frac{9,5}{10}\right)^{-0,20} = 1,0709$$

v - коэффициент пространственной корреляции пульсаций давления ветра (см. 11.1.11[1]);

					ЮУрГУ-ВКР-АСи-270800.2017.382.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		37

Так как расчетная поверхность близка к прямоугольнику, то коэффициент ν следует определять по таблице 11.6 [1] в зависимости от параметров ρ и χ принимаемых по таблице 11.7 [1].

$$\rho = b = 6 \text{ м}, \chi = h = 9,5 \text{ м определяемые по таблице 11.7 [1].}$$

По таблице 11.6 [1] коэффициент ν равен 0,8658.

$$w_p = w_m \cdot \zeta(z_e) \cdot \nu = 0,22925 \text{ кПа} \cdot 1,0709 = 0,2455 \text{ кПа}$$

Для элементов ограждения и узлов их крепления необходимо учитывать пиковые положительные w_+ и отрицательные w_- воздействия ветровой нагрузки, нормативные значения, которых определяются по формуле

$$w_{+(-)} = w_0 \cdot k(z_e)[1 + \zeta(z_e)] \cdot c_{p,+(-)} \cdot \nu_{+(-)} \quad (18)$$

где w_0 - нормативное значение давления ветра равное 0,30 кПа;
 z_e - эквивалентная высота 9,5 м;

$k(z_e)$ и $\zeta(z_e)$ - коэффициенты, учитывающие изменение давления и пульсаций давления ветра на высоте z_e (11.1.6 и 11.1.8 [1]) равны 0,6368 и 1,0709 соответственно.

$c_{p,+(-)}$ - пиковые значения аэродинамических коэффициентов положительного давления (+) или отсоса (-) определяется по пункту Д.1.17 и равно 1,2 и 1,2.

$\nu_{+(-)}$ - коэффициенты корреляции ветровой нагрузки, соответствующие положительному давлению (+) и отсосу (-), равный соответственно 0,75 и 0,65.

Т.к. площади ограждения $A = 57 \text{ м}^2$, с которой собирается ветровая нагрузка, которая по значениям больше 20 м^2 , можно определить значение коэффициентов ν_+ и ν_- по таблице 11.8, и они будут равны соответственно 0,75 и 0,65.

					ЮУрГУ-ВКР-АСи-270800.2017.382.ПЗ	Лист
						38
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

$$w_+ = 0,30 \cdot 0,6368(1 + 1,0709) \cdot 1,2 \cdot 0,75 = 0,356 \text{ кПа} = 0,0356 \frac{\text{Т}}{\text{м}^2}$$

$$w_- = 0,30 \cdot 0,6368(1 + 1,0709) \cdot 1,2 \cdot 0,65 = 0,309 \text{ кПа} = 0,0309 \frac{\text{Т}}{\text{м}^2}$$

2.2.2 Расчет колонны в программном комплексе Лира

Построение контура балки осуществлялось в программе AutoCAD.

Рис. 18. Контур плиты

Файл с контуром металлической балки был импортирован из программного комплекса AutoCAD в LIRA-SAPR, затем создана конечно элементная модель рассчитываемой рамы.

Рис. 19. Конечно элементная модель

Жесткости и материалы были заданы в LIRA-SAPR следующим образом:

Рис. 20. Жесткости и материалы

Рис. 21. 3d модель рамы с сечением элементов

После выполнения полного расчета получаем следующие результаты перемещений и напряжений.

Рис. 22. Мозаика перемещений по z.

Рис. 23. эпюра Qz

Рис. 24. Эпюра Mu

									Лист
									39
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата					

Рис. 25. Эпюра N

2.2.3. Расчет базы колонны

Расчетное усилие с учетом веса колонны взято из программного комплекса LIRA-SAPR: $N = 65,3 \text{ т} = 640,37 \text{ кН}$

$$M = 3.94 \text{ т} \cdot \text{м} = 38.6382 \text{ кН} \cdot \text{м} = 3863,82 \text{ кН} \cdot \text{см}$$

Материал фундамента – бетон класса В25,

$$R_b = 14,5 \text{ МПа} = 1,45 \text{ кН/см}^2$$

$$R_y = 2,4 \text{ МПа} = 24 \text{ кН/см}^2$$

$$R_{b,loc} = \varphi_b \cdot R_b = 2 \cdot 1.45 = 2.9 \text{ кН/см}^2$$

Назначим ширину опорной плиты $B = 32 \text{ см}$, при этом ее длина будет вычисляться по формуле:

$$L = \frac{N}{2 \cdot B \cdot R_{b,lok}} + \sqrt{\left(\frac{N}{2 \cdot B \cdot R_{b,lok}}\right)^2 + \frac{6 \cdot M}{B \cdot R_{b,lok}}} = \frac{640,37 \text{ кН}}{2 \cdot 32 \text{ см} \cdot 2.9 \text{ кН/см}^2} +$$

$$+ \sqrt{\left(\frac{640,37 \text{ кН}}{2 \cdot 32 \text{ см} \cdot 2.9 \text{ кН/см}^2}\right)^2 + \frac{6 \cdot 3863,82 \text{ кН} \cdot \text{см}}{32 \text{ см} \cdot 2.9 \text{ кН/см}^2}} = 19.63 \text{ см}$$

Принимаем опорную плиту с размерами 320x550 мм, размеры обреза фундамента 700x500, что соответствует $\varphi_b = 2$.

$$\sigma_{max} = \frac{N}{B \cdot L} + \frac{6 \cdot M}{B \cdot L^2} = \frac{640,37 \text{ кН}}{32 \text{ см} \cdot 55 \text{ см}} + \frac{6 \cdot 3863,82 \text{ кН} \cdot \text{см}}{32 \text{ см} \cdot 55 \text{ см}^2} = -0,36385 \text{ кН/см}^2 -$$

$$-0,2399 \text{ кН/см}^2 = -0,604 \text{ кН/см}^2$$

$$\sigma_{min} = 0.12395 \text{ кН/см}^2$$

Положение нулевой точки в эпюре напряжений вычисляется по:

$$x = \frac{\sigma_{min} \cdot L}{\sigma_{max} \cdot \sigma_{min}} = \frac{0.12395 \text{ кН/см}^2 \cdot 55 \text{ см}}{0,604 \text{ кН/см}^2 \cdot 0.12395 \text{ кН/см}^2} = 9.365 \text{ см}$$

									Лист
									40
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ЮУрГУ-ВКР-АСи-270800.2017.382.ПЗ				

$$\sigma_1 = \frac{\sigma_{max} \cdot 41,535 \text{ см}}{45,635 \text{ см}} = \frac{0,604 \text{ кН/см}^2 \cdot 41,535 \text{ см}}{45,635 \text{ см}} = 0,5497 \text{ кН/см}^2$$

$$\sigma_2 = \frac{0,604 \text{ кН/см}^2 \cdot 43,135 \text{ см}}{45,635 \text{ см}} = 0,5709 \text{ кН/см}^2$$

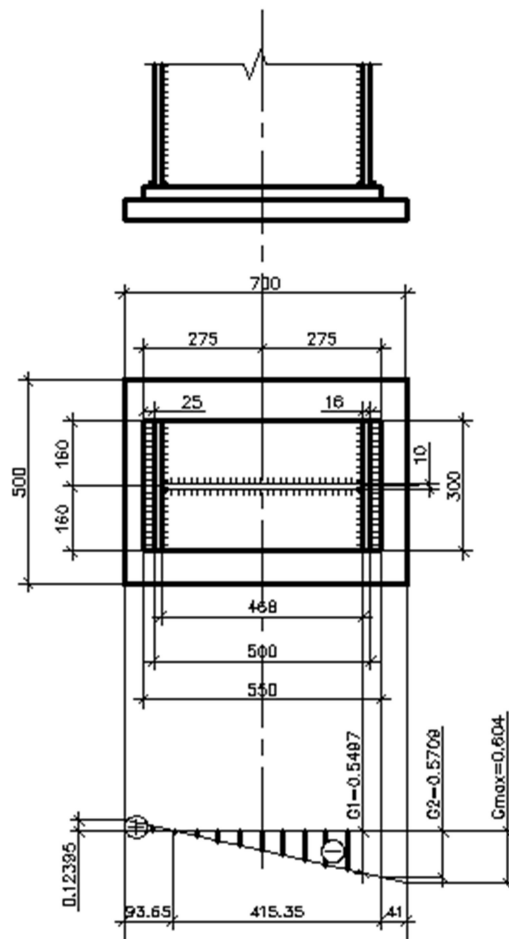


Рис.26. Эпюра напряжений

Определение толщины опорной плиты.

Участок 1:

$$M_1 = \sigma_{max} \cdot A_2 \cdot C_2 = 0,604 \text{ кН/см}^2 \cdot (2,5 \text{ см} \cdot 32 \text{ см}) \cdot \frac{2,5 \text{ см}}{2} = 60,4 \text{ кН} \cdot \text{см}$$

$$t_{pl.1} = \sqrt{6 \cdot M_1 / (b_f \cdot R_y \cdot \gamma_c)} = \sqrt{6 \cdot 60,4 \text{ кН} \cdot \text{см} / (32 \text{ см} \cdot 24 \text{ кН/см}^2 \cdot 1,2)} = 0,413 \text{ см}$$

Участок 2:

					ЮУрГУ-ВКР-АСи-270800.2017.382.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		41

$$M_2 = \beta \cdot \sigma_1 \cdot a^2 = 0,133 \cdot 0,5497 \text{ кН/см}^2 \cdot (46,8\text{см})^2 = 160,129 \text{ кН} \cdot \text{см}$$

$$\beta = 0,133, \text{ т.к. } B = 50 \text{ см, } a = 2,5 \text{ см}$$

$$t_{pl.1} = \sqrt{6 \cdot M_2 / (1 \cdot R_y \cdot \gamma_c)} = \sqrt{6 \cdot 160,129 \text{ кН} \cdot \text{см} / (1 \cdot 24 \text{ кН/см}^2 \cdot 1,2)} = 5,776 \text{ см}$$

При распределении нагрузки на базу колонны, ее толщина по расчету достигает 6 см, чтобы уменьшить ее толщину приварим к колонне и базе колонны ребра жесткости и сделаем перерасчет толщины базы колонны. Ребра жесткости принимает толщиной 10 мм и приваривает так как показано на рис № 27.

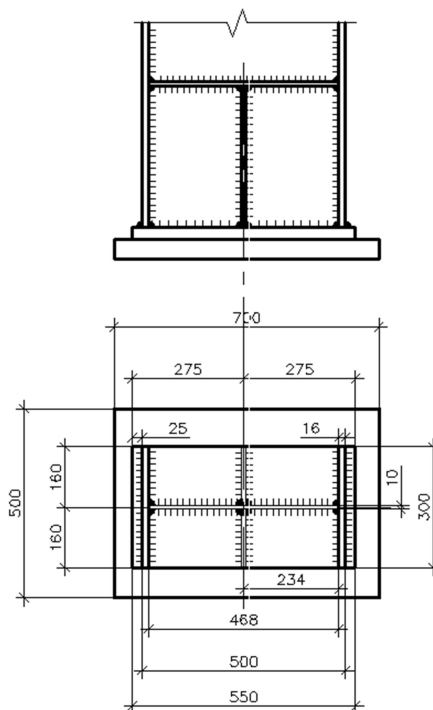


Рис 27. База колонны с ребрами жёсткости

Тогда на участке 2:

$$M_2 = \beta \cdot \sigma_1 \cdot a^2 = 0,133 \cdot 0,5497 \text{ кН/см}^2 \cdot (23,4\text{см})^2 = 40,032 \text{ кН} \cdot \text{см}$$

$$t_{pl.1} = \sqrt{6 \cdot M_2 / (1 \cdot R_y \cdot \gamma_c)} = \sqrt{6 \cdot 40,032 \text{ кН} \cdot \text{см} / (1 \cdot 24 \text{ кН/см}^2 \cdot 1,2)} = 2,88 \text{ см}$$

Принимаем толщину базы колонны равной 3 см.

Проверяем прочность опорной плиты в сечении 1-1:

					ЮУрГУ-ВКР-АСи-270800.2017.382.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		42

$$Q_{1-1} = \sigma_{max} \cdot S = 0,604 \text{ кН/см}^2 \cdot 2,5 \text{ см} \cdot 30 \text{ см} = 45,3 \text{ кН}$$

$$M_{1-1} = \frac{Q_{1-1} \cdot 8}{2} = \frac{45,3 \text{ кН} \cdot 8}{2} = 181,245,3 \text{ кН} \cdot \text{см}$$

$$\sigma_x = \frac{M_{1-1}}{W_{pl}} = \frac{6 \cdot M_{1-1}}{B \cdot (t_{pl})^2} = \frac{6 \cdot 181,2}{30 \text{ см} \cdot (5 \text{ см})^2} = 4,027 \text{ кН/см}^2$$

$$\tau_{xy} = \frac{Q_{1-1}}{B \cdot t_{pl}} = \frac{45,3 \text{ кН}}{30 \text{ см} \cdot 3 \text{ см}} = 0,503 \text{ кН/см}^2$$

$$\sigma_{eq} = \sqrt{\sigma_x^2 + 3 \cdot \tau_{xy}^2} = \sqrt{(4,027 \text{ кН/см}^2)^2 + 3 \cdot (0,503 \text{ кН/см}^2)^2} = 16,973 \text{ кН/см}^2$$

$$\sigma_{eq} = 16,973 \text{ кН/см}^2 < 1,15 \cdot R_y \cdot \gamma_c = 1,15 \cdot 24 \text{ кН/см}^2 \cdot 1,2 = 33,12 \text{ кН/см}^2$$

Условие выполняется, принимает базу колонны 300x550 мм.

					ЮУрГУ-ВКР-АСи-270800.2017.382.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		43

Список литературы

1. СП 20.13330.2012 «Нагрузки и воздействия». Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*. – М.: 2012г.
2. СП 131.13330.2012. Строительная климатология. Актуализированная версия СНиП 23-01-99*. – М.:2012 г.
3. СП 70.13330.2012. Несущие и ограждающие конструкции. Актуализированная редакция СНиП 3.03.01-87. - М.: 2012.
4. СП 42.13330.2011 Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений.
5. СП 18.13330.2011 Генеральные планы промышленных предприятий
6. НПБ 101-95 Нормы проектирования объектов пожарной охраны
7. ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ЗАКОН № 123 Технический регламент о требованиях пожарной безопасности
8. СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий»
9. Горев, В.В. "Металлические конструкции" том.1 Элементы конструкций под ред. Горева В.В. Издание третье, стереотипное. Москва "Высшая школа" 2004 год.
10. Горев, В.В. "Металлические конструкции" том.2 Элементы конструкций под ред. Горева В.В. Издание третье, стереотипное. Москва "Высшая школа" 2004 год.
11. Карякин А.А., Расчет поперечной рамы одноэтажного промышленного здания с использованием программного комплекса ЛИРА 9.6 – Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2010 г.
12. СП 16.13330.2011. Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81*. – М.: 2011г.
13. Копытов, М.М. Металлические конструкции каркасных зданий. Учебное пособие / Москва / Издательство АСВ, 2016 г. - 400 с.

									Лист
									44
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ЮУрГУ-ВКР-АСВ-270800.2017.382.ПЗ				

14. Ястребова, И.М. Пожарное депо. Промышленные здания. Учебное пособие / Москва / Издательство «Ладья», 1999 г. – 32 с.
15. СП 15.13330.2012. Каменные и армокаменные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-22-81*. - М.: 2012.
16. Дикман, Л.Г. Организация строительного производства: учебник для строит. вузов / Л.Г. Дикман – М.: Изд-во АСВ, 2002. – 512 с.
17. Дедух А.Д. Альбом чертежей металлических конструкций. Часть I. Общие требования по оформлению чертежей металлических конструкций. Часть II. Чертежи элементов металлических конструкций балочных клеток. – Челябинск, 1993.
18. ГЭСН-2001 (Государственные элементные нормы на строительные работы) – М. Госстрой России – 2000. – 525 с.
19. ГОСТ 23279-85. Сетки арматурные сварные для железобетонных конструкций и изделий / Госстрой СССР. - М.: Стройиздат, 1985.
20. СП 12-136-2002. Безопасность труда в строительстве. Решения по охране труда и противопожарной безопасности в проектах организации строительства и проектах производства работ. - М.: Госстрой России, 2002.
21. СП 48.13330.2011. Организация строительства. Актуализированная редакция СНиП 12-01-2004. - М.: 2011.
22. Разработка строительных генеральных планов: Методические указания к практическим занятиям, курсовому и дипломному проектированию для студентов специальности 290300 – «Промышленное и гражданское строительство». Красноярск: КрасГАСА, 1998. 53 с.
23. Безопасность жизнедеятельности: учебное пособие/ под ред. Сидорова А.И. – Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2004.
24. ЕНиР. Сборник Е2. Земляные работы /-М.: Стройиздат, 1987.
25. ЕНиР. Сборник Е3. Каменные работы. Вып.1. Механизированные и ручные земляные работы. – М.: Прейскурантиздат, 1987. – 47 с.

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

ЮУрГУ-ВКР-АСИ-270800.2017.382.ПЗ

Лист

45

26. ЕНиР. Сборник Е4. Монтаж сборных и устройство монолитных железобетонных конструкций. Выпуск 1. Здания и промышленные сооружения /-М.: Стройиздат, 1987.
27. ЕНиР. Сборник Е5. Монтаж металлических конструкций. Вып. 1. Здания и промышленные сооружения. – М.: Стройиздат, 1987. –31 с.
28. ЕНиР. Сборник 7. Кровельные работы. –М.: Прейскурантиздат, 1987.
29. ЕНиР. Сборник Е 12. Свайные работы /-М.: Стройиздат, 1987.
30. ЕНиР. Сборник Е 22. Сварочные работы /-М.: Стройиздат, 1987.
31. ГЭСН 81-02-01-2017. Земляные работы. Сб. №1: Изд. офиц.; Утв. и введ. 28.04.2017. - М.: Минстрой России, 2017. - 248 с.
32. ГЭСН 81-02-07-2017. Бетонные и железобетонные конструкции сборные. Сб. №7: Изд. офиц.; Утв. и введ. 28.04.2017. - М.: Минстрой России, 2017. - 71 с.
33. ГЭСН- 81-02-08-2017. Конструкции из кирпича и блоков. Сб. №8: Изд. офиц.; Утв. и введ. 28.04.2017. - М.: Минстрой России, 2017. - 47 с.
34. ГЭСН 81-02-06-2017. Бетонные и железобетонные конструкции монолитные. Сб. №6: Изд. офиц.; Утв. и введ. 28.04.2017. - М.: Минстрой России, 2017. - 91 с.
35. ГЭСН 81-02-09-2017. Строительные металлические конструкции. Сб. №9: Изд. офиц.; Утв. и введ. 28.04.2017. - М.: Минстрой России, 2017. - 95 с.
36. ГЭСН 81-02-13-2017. Защита строительных конструкций и оборудования от коррозии. Сб. №13: Изд. офиц.; Утв. и введ. 28.04.2017. - М.: Минстрой России, 2017. - 50 с.
37. ГЭСН- 81-02-12-2017. Кровли Сб. №12: Изд. офиц.; Утв. и введ. 28.04.2017. - М.: Минстрой России, 2017. - 24 с.
38. ГЭСН 81-02-15.2017. Отделочные работы. Сб. №9: Изд. офиц.; Утв. и введ. 28.04.2017. - М.: Минстрой России, 2017. - 125 с.

					ЮУрГУ-ВКР-АСи-270800.2017.382.ПЗ	Лист
						46
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

39. ГЭСН- 81-02-11-2017. Полы Сб. №11: Изд. офиц.; Утв. и введ. 28.04.2017. - М.: Минстрой России, 2017. - 37 с.
40. ГЭСН 81-02-21-2017. Временные сборно-разборные здания и сооружения. Сб. №21: Изд. офиц.; Утв. и введ. 28.04.2017. - М.: Минстрой России, 2017. - 49 с.
41. ГЭСН 81-02-47-2017. Озеленение. Защитные лесонасаждения. Сб. №47: Изд. офиц.; Утв. и введ. 28.04.2017. - М.: Минстрой России, 2017. - 70 с.
42. Сидоров, И.В., Сабуров В.Ф. Стальные конструкции технологической площадки: Учебное пособие. — Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2001. — 32 с.
43. Шерешевский, И.А., Конструирование промышленных зданий и сооружений. / И.А. Шерешевский. –М.:Архитектура-С, 2005. – 86 с.
44. СП 48.13330.2011. Организация строительства. - М.: Минрегион России, 2010. – 14 с.
45. Никоноров, С.В. Организации строительного производства: учебное пособие по курсовому проектированию/ С.В. Никоноров – Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2007. – 39 с.
46. ГОСТ 21.501.-2011. Система проектной документации для строительства. Правила выполнения рабочей документации архитектурных и конструктивных решений. – 45 с.

					ЮУрГУ-ВКР-АСи-270800.2017.382.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		47