

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

«Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»
Филиал ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)» в г. Златоусте

Факультет *«Техника и технология»*

Кафедра *«Промышленное и гражданское строительство»*

Направление *08.03.01 Строительство*

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой
_____ *Е.Н. Гордеев*

« ____ » _____ 2021 г.

Таунхаус в г. Златоусте

**ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА К ВЫПУСКНОЙ
КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ФТТ-408.08.03.01.2021.450.ПЗ ВКР**

Консультанты:

Архитектура
старший преподаватель
_____ *О.В. Зайцева*
« ____ » _____ 2021 г.

Строительная теплотехника
заведующий кафедрой, к.т.н., доцент
_____ *Е.Н. Гордеев*
« ____ » _____ 2021 г.

Расчет конструкций
старший преподаватель
_____ *А.М. Володин*
« ____ » _____ 2021 г.

старший преподаватель
_____ *Ю.Б. Башкова*
« ____ » _____ 2021 г.

САПР
старший преподаватель
_____ *А.М. Володин*
« ____ » _____ 2021 г.

Организация, технология, экономика стр-ва
старший преподаватель
_____ *О.В. Кузьминых*
« ____ » _____ 2021 г.

Экология
к.г.-м.н., доцент
_____ *Т.В. Калдышкина*
« ____ » _____ 2021 г.

БЖД
заведующий кафедрой, к.т.н., доцент
_____ *Е.Н. Гордеев*
« ____ » _____ 2021 г.

Руководитель проекта:
заведующий кафедрой, к.т.н., доцент
_____ *Е.Н. Гордеев*
« ____ » _____ 2021 г.

Автор проекта:
студент группы **ФТТ-408**

_____ *Мояк Константин Максимович*
« ____ » _____ 2021 г.

Нормоконтролер:
старший преподаватель
_____ *О.В. Зайцева*
« ____ » _____ 2021 г.

АННОТАЦИЯ

Момяк К.М. Таунхаус в г. Златоусте – Златоуст:
Филиал ЮУрГУ в г.Златоусте, ПГС; 2021,
145с., библиогр. список – 41 наим., 16 табл., 2
прил., 8 листов чертежей ф. А1

Выпускная квалификационная работа на тему «Таунхаус в г. Златоусте» разработана в соответствии с заданием на дипломное проектирование.

В выпускной квалификационной работе обоснована актуальность темы.

В архитектурно–строительной части разработаны архитектурно–планировочные, конструктивные решения элементов здания, описан генплан застройки, подсчитаны технико–экономические показатели. В расчётно–конструктивной части определен состав грунтов, сбор нагрузок, произведён расчет ленточного фундамента, расчет стропильной системы покрытия в программе «Лира», расчет прочности простенка.

В разделе организационно–технологической части проекта строительства разработка технологической карты на устройство стен методом несъемной опалубки, разработан стройгенплан и построен календарный график на строительство здания. В экономической части приведен сметный расчет (локальная смета на общестроительные работы), технико–экономические показатели, сравнение вариантов наружной стены.

В разделе экологии проанализировано воздействие всех этапов строительства на окружающую среду. В разделе безопасность жизнедеятельности выполнены расчеты вентиляции котельной, расчет наружного заземления здания, предусмотрены меры защиты от взрыва газа.

					ФТТ-408.08.03.01.2021.450 ПЗ ВКР			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Таунхаус г. Златоуст Пояснительная записка	Лит.	Лист	Листов
Дипломник		Момяк К.М.		06.21		ВКР	4	145
Консультант		Зайцева О.В.		06.21		Филиал ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)» в г. Златоусте Кафедра «Промышленное и гражданское строительство»		
Руководитель		Гордеев Е.Н.		06.21				
Зав. каф.		Гордеев Е.Н.		06.21				
Н. контр.		Зайцева О.В.		06.21				

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1 АНАЛИЗ ПЕРЕДОВЫХ И ЗАРУБЕЖНЫХ РЕШЕНИЙ В ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КАРКАСА ЗДАНИЙ ИЗ МЕТАЛЛА	8
2 АРХИТЕКТУРНО–СТРОИТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ	15
2.1 Решение генплана	15
2.2 Архитектурно–планировочные решения	16
2.3 Архитектурно–конструктивные решения	17
2.4 Пожарная безопасность.....	18
2.5 Теплотехнический расчет конструкций	18
2.6 Расчет инфильтрации воздуха	29
3 РАСЧЕТНО–КОНСТРУКТИВНЫЙ РАЗДЕЛ.....	32
3.1 Инженерно–географические условия площадки проектируемого строительства	32
3.2 Расчет ленточного фундамента	33
3.3 Расчет стропильной системы в программе «Лира-САПР».....	48
3.4 Расчет прочности простенка.....	76
4 ОРГАНИЗАЦИОННО–ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ	82
4.1 Технологическая карта на устройство стен методом «несъемной опалубки».....	82
4.2 Стройгенплан	90
4.3 Календарный план	101
5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	112
5.1 Общие положения.....	112
5.2 Требования к газовой котельной в частном жилом доме	113

						ФТТ-408.08.03.01.2021.450 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Кол.уч	№док.	Лист	Подпись	Дата		4

5.3 Расчет вентиляции котельной.....	115
5.4 Расчет заземления	116
6 ЭКОЛОГИЯ	119
6.1 Воздействие строительства на биосферу	119
6.2 Экологическая безопасность применяемых в строительстве материалов и изделий	126
6.3 Экологические риски.....	127
6.4 Экологически безопасное строительство и устойчивое развитие	127
7 ЭКОНОМИКА СТРОИТЕЛЬСТВА	129
7.1 Сметный расчет.....	129
7.2 Техничко–экономические показатели	129
7.3 Сравнение вариантов фундаментов здания	130
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	131
БИБЛИОГРАФИЯ.....	132
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	134

ВВЕДЕНИЕ

Таунхаусы – это двух–трехэтажный жилой комплекс с отдельным входом для каждого хозяина, местом под автомобиль или гаражом и небольшим участком земли.

Таунхаус в переводе с английского – «городской дом». В Англии два века назад впервые начали массово строить таунхаусы – жить в крупных поместьях было дорого, а позволить себе отказаться в уединенности англичане не могли – национальная черта. Вот и появились проекты коттеджей, сблокированные в одно условие: компактно, выгодно, очень удобно для крупных семей. Легко охранять, как единое условие, коммуникации, планировка – учитывались вкусы каждого жильца. Дом имеет все признаки и удобства коттеджа, а цена сопоставима с ценой квартиры. Крупный основательный дом, разделенный на секции квартиры: место для молодых семей, престарелых родителей, многочисленных родственников и друзей.

В 21 веке мода на квартиры в таунхаусе появилась вновь: повышение цен на землю и потребность в высоком личном комфорте как нельзя лучше определили концепцию обычного дома семьи нового времени.

Строительство таунхаусов имеет длинный ряд экономических плюсов, поэтому, строительство таунхаусов – дело достаточно прибыльное.

1. Таунхаусы можно возводить как в черте города, так и за его пределами, используя небольшую площадь застройки. Это позволяет значительно сократить расходы на покупку земель. Для строительства таунхауса на 8 семей используется надел земли, сопоставимый с размером одного, не очень большого участка под коттедж.

2. Минимизация расходов при строительстве таунхаусов идет и по такой статье, как дешевизна подвода инженерных коммуникаций (их надо подвести один раз, а не разводить по разным углам коттеджного поселка).

3. Невелики затраты на планировку участка, обустройство и деление территории вокруг строящегося дома.

						ФТТ-408.08.03.01.2021.450 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Кол.уч	№док.	Лист	Подпись	Дата		6

4. Немаловажно, что для строительства таунхауса экономия идет и по количеству строительных материалов (для угловых секций капитальности требуют только 3 стены, а для рядовых секций таунхауса и того меньше – всего две).

5. Сокращение расходов на подвоз материалов и работу строительной техники (у таунхауса одно пятно застройки).

						ФТТ-408.08.03.01.2021.450 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Кол.уч	№док.	Лист	Подпись	Дата		7

1 АНАЛИЗ ПЕРЕДОВЫХ И ЗАРУБЕЖНЫХ РЕШЕНИЙ В ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КАРКАСА ЗДАНИЙ ИЗ МЕТАЛЛА

Строительные технологии постоянно развиваются и совершенствуются: появляются новые современные материалы, позволяющие возводить надежные конструкции в рекордные сроки и с минимумом затрат. Одно из новейших направлений, которое неизменно вызывает большой интерес у застройщиков, — монолитный дом из несъемной опалубки.

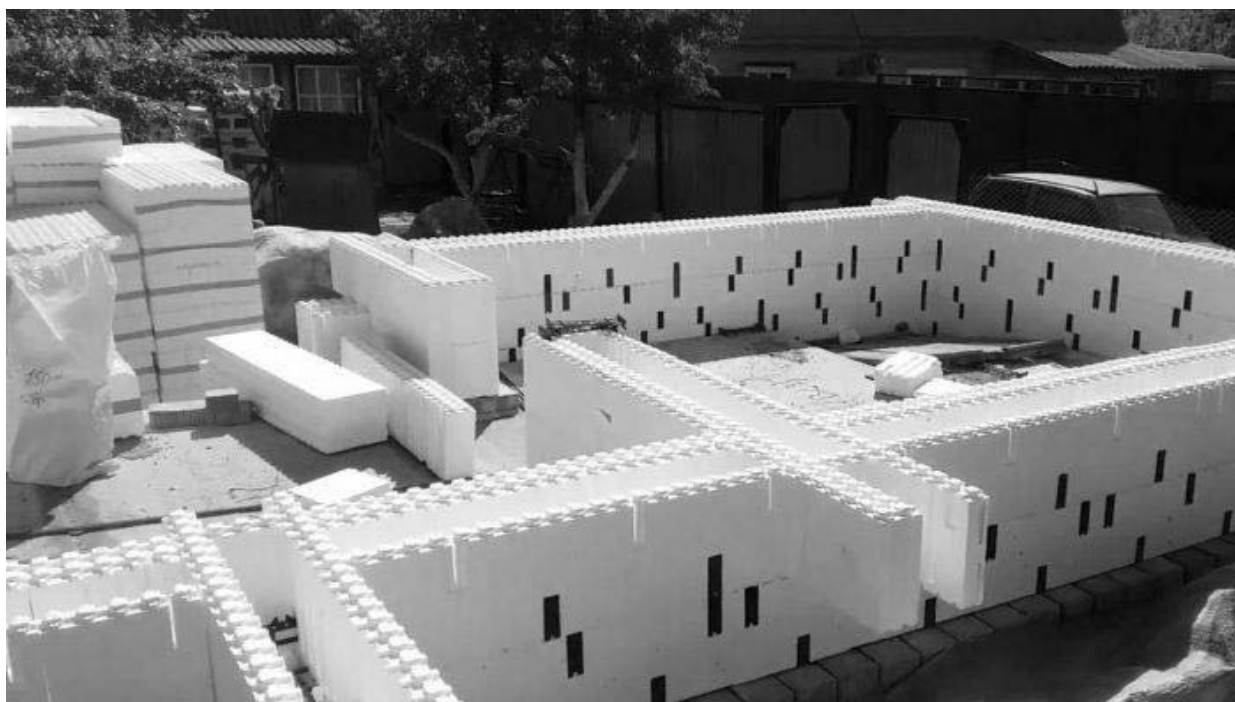


Рисунок 1 – Несъемная опалубка

Обычная опалубка – это форма, в которую заливается бетон. Пустоты ее армируются. После схватывания раствора каркас демонтируют. Несъемная опалубка имеет два отличия:

- она не снимается после того, как бетон набирает необходимую прочность;
- фанеру (доски) заменяет материал–утеплитель (чаще — пенополистирол), что дает возможность без дополнительных усилий обеспечить качественную теплоизоляцию.

Этот метод универсален: его применяют как в частном, так и в многоэтажном строительстве. Несъемный каркас нередко используют для заливки фундамента, повсеместно — для возведения стен. Сейчас ассортимент этих конструкций

						ФТТ-408.08.03.01.2021.450 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Кол.уч	№док.	Лист	Подпись	Дата		8

очень широк. Такое изобилие дает возможность получить сооружения разнообразных форм.

Несъемная опалубка дома — полые блоки либо плиты с перемычками. Для лучшего сцепления рядов материал имеет систему паз–гребень. Производят и дополнительные доборные элементы — угловые блоки, торцевые блоки–заглушки для дверных, оконных проемов. Монтаж несъемной опалубки похож на кирпичную кладку. Вертикальное армирование обязательно. Заливку производят поэтапно, чтобы каркас выдержал давление бетона. Каждый слой раствора имеет высоту, равную 2–4 блочным рядам.

Дом из несъемной опалубки: плюсы и минусы

У этой технологии довольно много достоинств. Однако и минусы, на которые обращают внимание противники, у домов тоже есть.

К преимуществам операции «Дом из несъемной опалубки» относится:

— возможность возведения монолитного здания при температуре ниже нуля: бетон можно заливать, пока на улице меньше -10° ;

— скорость строительного процесса, так как сборка опалубки занимает минимум времени, а значит, и вся работа пройдет относительно быстро;

— небольшой вес здания, он дает возможность использовать более легкий фундамент, что гарантирует значительную экономию;

— отсутствие необходимости а ангажемента тяжелой строительной техники, которая также требует дополнительных расходов;

— шанс вмонтировать инженерные коммуникации в каркас: выводят их через отверстия, сделанные в опалубке;

— непривлекательность стен для живой угрозы — грызунов, насекомых, плесневого грибка;

— экономия места из–за меньшей толщины стен, если сравнивать их с кирпичной кладкой;

— максимальная прочность дома с несъемной опалубкой, его сейсмостойкость;

— высокий уровень звуко–, теплоизоляции;

						ФТТ-408.08.03.01.2021.450 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Кол.уч	№док.	Лист	Подпись	Дата		9

- большой срок эксплуатации здания;
- минимальная усадка строения;
- простота отделочных работ;
- малое количество отходов;
- хорошая сейсмостойкость
- доступная цена.

Самое большое достоинство возведения зданий с использованием несъемной опалубки — универсальность. Эта технология одинаково успешно применяется для строительства любых конструкций, независимо от их площади и этажности.

Недостатки несъемной опалубки:

- обязательная внешняя и внутренняя отделка;
- уплотнение бетонной смеси, которое занимает очень много времени;
- необходимость заземления здания из-за металлической арматуры, находящейся внутри стен;
- недостаточная паропроницаемость, требующая частых проветриваний, либо обустройства очень качественной принудительной вентиляции;

Еще один обсуждаемый недостаток такого дома — небезопасность самого популярного материала для несъемного каркаса — пенополистирола. При всех своих чудесных качествах он имеет ахиллесову пяту — при нагревании/горении выделяет токсичные вещества. Чтобы защитить такие стены, обычно используют негорючие материалы.

В Германии, в США и Канаде, странах с огромными каркасными традициями, несъемная опалубка из пенополистирола занимает 15–20% рынка.

Альтернатива пришла с запада. Еще в пятидесятых годах прошлого века австрийцы подумали, а нельзя ли совместить монолитное домостроительство с эффективными и несложными системами теплозащиты. Идея заключалась в несъемной опалубке. Изобрели довольно прочный и техничный в применении материал, в Европе называют его по-разному, но характеристики почти совпадают. У нас в России он более известен как фибролит или СЦП (стружечно-цементная плита).

						ФТТ-408.08.03.01.2021.450 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Кол.уч	№док.	Лист	Подпись	Дата		10

К этой теме сегодня обращаются все больше строительных компаний. Только в Московской области по технологии "бетон в несъемной опалубке" возведено около двадцати коттеджей. Под Санкт-Петербургом возводится целый поселок таунхаузов.



Рисунок 2 – Строится поселок под Санкт-Петербургом

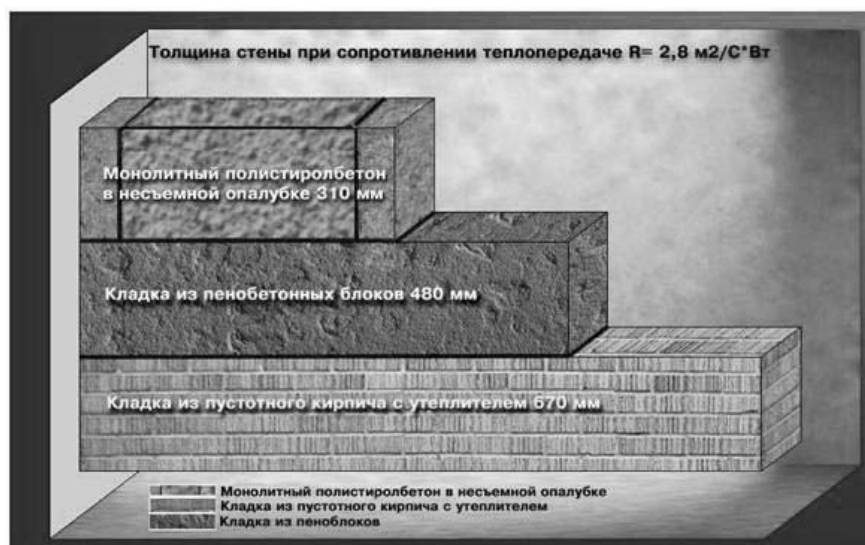


Рисунок 3 – Толщина стены при сопротивлении теплопередаче $R=2,8\text{ м}^2/\text{С}\cdot\text{Вт}$

Изм	Кол.уч	№док.	Лист	Подпись	Дата

ФТТ-408.08.03.01.2021.450 ПЗ ВКР

Лист

11

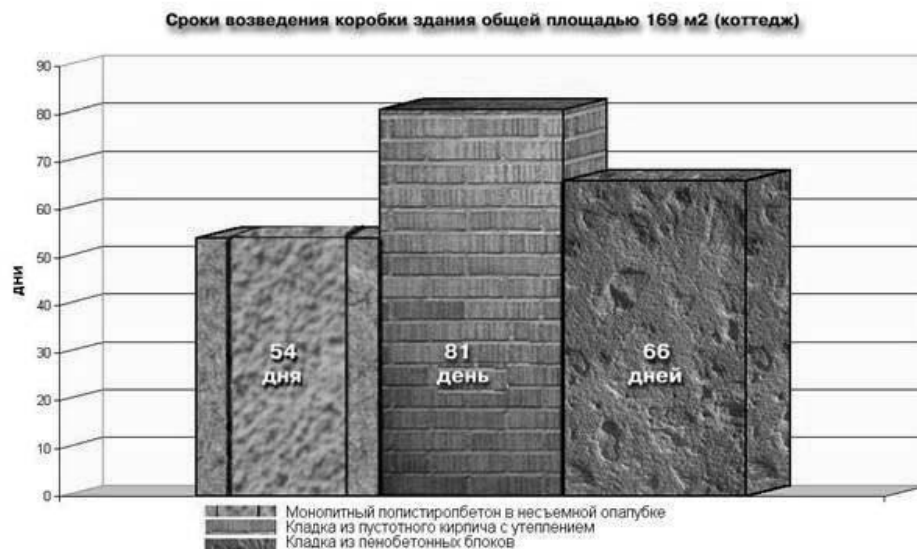


Рисунок 4 – Сроки возведения коробки здания

Таблица 1 – Сравнительная стоимость одноэтажного коттеджа с мансардой

Наименование	Здание из кирпича, тыс. руб.	Здание из несъемной опалубки, тыс. руб
Фундамент	150	78,2
Стены	469	221
Перекрытия	110,1	78,4
Кровля	19,4	19,4
Перегородки	39,4	32,6
Столярные изделия	79,4	68,9
Инженерия	95	95
Общая стоимость коробки	962,3	593,5
Отделочные работы	200	168,2
Общая стоимость дома "под ключ"	1162,3	761,7
Стоимость 1 м ² общей площади	7,26	4,76

Изм	Кол.уч	№док.	Лист	Подпись	Дата

ФТТ-408.08.03.01.2021.450 ПЗ ВКР

Лист

12

дома из сегмента «премиум класса» в категорию доступного жилья. Неудивительно, что строительство с применением несъемной опалубки получило широкое распространение в Европе, на Ближнем Востоке, в Северной Америке.

Другие достоинства данной технологии:

- позволяет построить теплый монолитный дом с прекрасными звукоизоляционными свойствами;
- сокращает время строительства не менее чем в два раза;
- строительство не требует привлечения подъемной техники;
- минимизирует отходы и площадь строительной площадки.
- строительство можно вести при отрицательных температурах, правда при условии, что используется бетон заводского приготовления с противоморозными добавками.

						ФТТ-408.08.03.01.2021.450 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Кол.уч	№док.	Лист	Подпись	Дата		14

2 АРХИТЕКТУРНО–СТРОИТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ

2.1 Решение генплана

Проектируемое здание расположено в г. Златоусте. Согласно СП 131.13330.2020 «Строительная климатология» район строительства относится к климатическому району Iv. Снеговой район IV $S_o = 240 \text{ кг/м}^2$. Ветровой район II $W_o = 0,3 \text{ кПа}$. Глубина промерзания грунта 1,9м. Расчетная температура наружного воздуха наиболее холодной пятидневки – 34 °С. Преобладающее направление ветра: июль – северо–западный, январь – юго–западный. Зона влажности сухая. Согласно инженерно–геологических изысканий, основанием фундаментов служит суглинок твердый, зеленовато–серый, с гнездами щебня, непросадочный, ненабухающий, слабопучинистый.

Место расположения поселка таунхауса определено в районе частной жилой застройки, на улице Луначарского, предназначенном для строительства. Вблизи проектируемого поселка проходит городская дорога, соединяющая два микрорайона. Генеральный план проектируемого участка предусматривает проходы и проезды к каждой из секций таунхауса. Асфальтированная дорога шириной 6 метров проходит вдоль таунхауса, на нее выходят проезды к гаражам. Пешеходные дорожки, выложенные тротуарным камнем, подходят к крыльцу каждой квартиры. Вдоль главного фасада, выходящего на автомобильную дорогу, расположены спортивная и детская площадки, огражденные от дороги зелеными насаждениями и кустарниками. На детской площадке предусмотрены скамейки для отдыха, песочницы, детские качели, перголы.

Для каждой семьи предусмотрен участок земли, примыкающий к дворовому фасаду. На участке предусмотрены хозяйственные постройки, теплица, место для отдыха, фруктовые и плодово–ягодные насаждения, цветники. Также при проектировании генерального плана предусмотрена площадка для сбора бытовых отходов и мусора с возможностью подъезда транспорта. Участок максимально озеленен, при строительстве сохранялось максимальное количество существующих деревьев и кустарников.

						ФТТ-408.08.03.01.2021.450 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Кол.уч	№док.	Лист	Подпись	Дата		15

Технико–экономические показатели генплана приведены на листе 1 графической части проекта.

2.2 Архитектурно–планировочные решения

Проектируемое здание – здание жилое. По конструкции стен – здание мелкоэлементное, по способу возведения – полносборное. Уровень ответственности – II, нормативный срок службы – 125 лет, степень огнестойкости – II, класс здания – II.

Здание в плане состоит из 4–х блоков примыкающих друг к другу с незначительным смещением, обеспечивающим более полную архитектурную выразительность. Размер всего здания 55,2x14,1м, размер одного блока 13,8x14,1м. Каждый блок предназначен для проживания одной семьи, он двухэтажный, с подвалом и мансардным этажом. В подвальных помещениях расположены помещения домашней мастерской, кладовой, электрощитовая и котельная. На 1 этаже находится гараж, кухня–столовая и кладовая, на 2 этаже – спальни, детская, сан. узлы, мансардный этаж предназначен для бильярдной, тренажерного зала и комнаты отдыха. Площадь каждого помещения соответствует требованиям п. 5.2. СП 54.13330–2014. Высота каждого из проектируемых этажей 3м. Каждая комната 2 этажа имеет окно, высота которого расположена на отметке 3.600м, что соответствует требованию п. 6.7. СП 55.13330–2014. Естественное освещение обеспечено каждой комнате проектируемого здания. Гостиная расположена на 1 этаже, что делает ее доступной для маломобильных групп населения.

В каждом блоке предусмотрено индивидуальная система отопления, электроснабжение, водоснабжение и канализация от городских сетей.

Каждый из блоков здания имеет 2 выхода непосредственно наружу: один – главный вход в здание, второй – выход на приусадебный участок.

Площадь общая – 1198,08м².

Площадь общая одной квартиры – 149,76м².

Жилая площадь – 1026,72м².

Жилая площадь одной квартиры – 128, 34м².

						ФТТ-408.08.03.01.2021.450 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Кол.уч	№док.	Лист	Подпись	Дата		16

Строительный объем – 10780,56м³.

Строительный объем одной квартиры – 1347,57м³.

2.3 Архитектурно–конструктивные решения

Конструктивный тип проектируемого здания – бескаркасное, с несущими стенами, т.е. большинство конструктивных элементов совмещает несущие и ограждающие функции. Конструктивная стена здания – совмещенная, с опиранием перекрытий на продольные и поперечные стены. В зданиях с несущими стенами пространственная жесткость здания обеспечивается:

- внутренними поперечными стенами;
- междуэтажными перекрытиями, связывающими стены и расчленяющими их по высоте на ярусы.

Фундаменты – ленточные из сборных бетонных блоков по ГОСТ 13579–78 по фундаментным плитам. Поверхности фундаментов, соприкасающиеся с грунтом, обмазать горячим битумом за 2 раза. Горизонтальная гидроизоляция – слой цементно–песчаного раствора состава 1:2 толщиной 30мм.

Стены наружные и внутренние – выполнены методом несъемной опалубки из блоков газобетона (конструкция и толщина стены приведены в разделе «Энергоэффективность»).

Перекрытия – сборные железобетонные пустотные панели перекрытий толщиной 220мм серия 1.141.–1.

Кровля – скатная, из металлоцерепицы по деревянной обрешетке.

Лестница внутренняя – деревянная, по индивидуальному проекту.

Окна – пластиковые, индивидуального изготовления.

Двери наружные – металлические.

Двери внутренние – деревянные.

Наружные стены отделываются металлосайдингом. Откосы дверных и оконных проемов оштукатурить цементно–песчаным раствором.

Внутренние перегородки зашпаклевать, кирпичные оштукатурить цементно–песчаным раствором. Стены жилых комнат оклеить обоями, имеющими

						ФТТ-408.08.03.01.2021.450 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Кол.уч	№док.	Лист	Подпись	Дата		17

соответствующие пожарные сертификаты. Стены санузлов и ванных комнат оклеить керамической плиткой на цементно–песчаном растворе.

Полы жилых комнат из ламината, ванные и санузлы – плитка керамическая, в хозяйственных помещениях – бетонный пол.

2.4 Пожарная безопасность

Согласно СП 2.13130– 2012 проектируемое здание относится к следующим категориям:

- уровень ответственности – нормальный;
- степень огнестойкости –III;
- класс конструктивной пожарной опасности – С1.

По функциональной пожарной опасности здание таунхауса относится к классу Ф1.4.

2.5 Теплотехнический расчет конструкций

2.5.1 Теплотехнический расчет наружной ограждающей конструкции

Ограждающие конструкции рассчитывают из условия энергосбережения.

Для этого определяем градусо–сутки отопительного периода, ГСОП, °С/сут, по формуле:

$$\text{ГСОП} = (t_{\text{int}} - t_{\text{ht}}) \cdot Z_{\text{ht}} , \quad (1)$$

где t_{int} – расчетная температура внутреннего воздуха, °С, принимаемая согласно ГОСТ 12.1.005–88 и нормам проектирования соответствующих зданий и сооружений;

t_{ht} – средняя температура отопительного периода, °С;

Z_{ohT} – средняя температура, °С, и продолжительность суточного периода со средней суточной температурой воздуха ниже или равной 8°С по СП 50.13330–2012.

$$\text{ГСОП} = (20 - (-6,5)) \cdot 218 = 5777$$

						ФТТ-408.08.03.01.2021.450 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Кол.уч	№док.	Лист	Подпись	Дата		18

для наружных стен

$$R_{red} = a \cdot \text{ГСОП} + b, \quad (2)$$

где ГСОП – градусо–сутки отопительного периода, °С·сут;

a,b – коэффициенты.

$$R_{red} = 0,00035 \cdot 5777 + 1,4 = 3,422 \text{ м}^2 \cdot \text{°С} / \text{Вт}$$

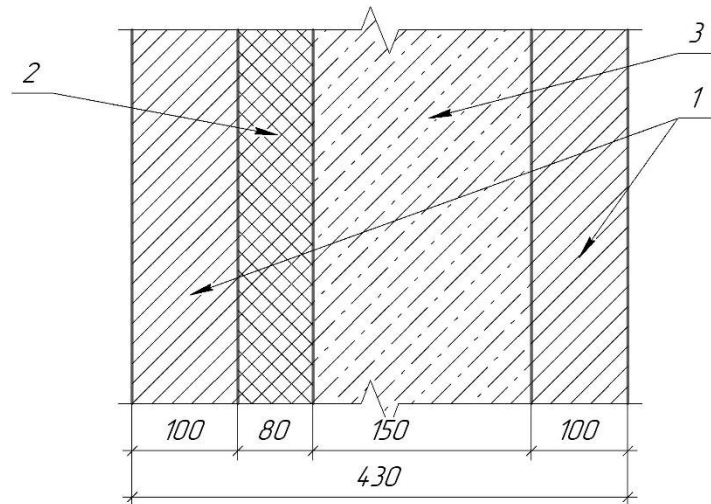


Рисунок 7 – Конструкция наружной стены

Таблица 2 – Характеристики материалов ограждающей конструкции

Наименование слоя	Толщина δ , м	Теплопроводность, Вт/ м ² ·°С
Газобетонные блоки	0,1	0,13
Пенополистирол	0,08	0,041
Бетон	0,15	1,92
Газобетонные блоки	0,1	0,13

Из условий энергосбережения:

$$R_o^{тп} \leq R_o, \quad (3)$$

где R_o – сопротивление теплопередачи, м² ·°С/Вт.

Определяем термическое сопротивление стены R_o ; Вт/м²·°С, по формуле:

$$R_o = \frac{1}{\alpha_b} + R_k + \frac{1}{\alpha_n} \quad (4)$$

где α_b – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции;

α_n – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции;

R_k – термическое сопротивление конструкций, Вт/м²·°С.

$$R_k = \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} \quad (5)$$

где δ – толщина слоя, м;

λ – расчетный коэффициент теплопроводности материала слоя, Вт/м·°С.

$$R_k = \frac{0,1}{0,13} + \frac{0,07}{0,041} + \frac{0,155}{1,92} + \frac{0,1}{0,13} = 3,323 \text{ м}^2 \cdot \text{°С} / \text{Вт}$$

$$R_k = \frac{1}{8,7} + 3,323 + \frac{1}{23} = 3,481 \text{ м}^2 \cdot \text{°С} / \text{Вт}$$

$$R_k = 3,481 \text{ м}^2 \cdot \text{°С} / \text{Вт} > R_{tr} = 3,422 \text{ м}^2 \cdot \text{°С} / \text{Вт},$$

принятая конструкция стены отвечает условию энергосбережения.

2.5.2 Теплотехнический расчет покрытия

В проекте принята конструкция покрытия, состоящая из следующих слоев:

- металлочерепица;
- 1 слой гидроизоляции, $\delta=1$ мм, $\lambda=0,17$;
- утеплитель «URSA» скатная крыша, $\delta=200$ мм, $\lambda=0,035$, плотность $\rho = 21 \text{ кг/м}^3$;
- слой пароизоляции, $\delta=10$ мм, $\lambda=0,17$;
- лист гипсоволокнистый, $\delta=10$ мм, $\lambda=0,25$;

						ФТТ-408.08.03.01.2021.450 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Кол.уч	№док.	Лист	Подпись	Дата		20

Нормируемое значение приведенного сопротивления теплопередачи ограждающей конструкции R_o^{TP} ($m^2 \cdot ^\circ C / Вт$):

$$R_o^{норм} = R_o^{TP}, \quad (6)$$

где R_o^{TP} – базовое значение требуемого сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции, $m^2 \cdot ^\circ C / Вт$, принимаем в зависимости от градусо–суток отопительного периода (ГСОП), $^\circ C \cdot сут/год$ и региона строительства;

m_p – коэффициент, учитывающий особенности региона строительства, в расчете принят =1.

$$R_o^{TP} = a \cdot ГСОП + b, \quad (7)$$

где a, b – коэффициенты, значения которых приняты согласно таблицы 3 СП 50.13330.2012 для соответствующих групп зданий;

ГСОП – градусо–сутки отопительного периода:

$$ГСОП = (20 - (-6,5)) \cdot 218 = 5777 \text{ } ^\circ C \cdot сут;$$

$$R_o^{TP} = 0,0005 \cdot 5777 + 2,2 = 5,09 \text{ } m^2 \cdot ^\circ C / Вт,$$

$$R_o^{норм} = R_{si} + D_k + R_{se1}, \quad (8)$$

$$R_{si} = 1/\alpha_{int}, \quad (9)$$

где α_{int} – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции ($Вт/м^2 \cdot ^\circ C$) принимаем по таблице 4 СП 50.13330.2012.

$$R_{se} = 1/\alpha_{ext}, \quad (10)$$

где α_{ext} – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции для холодного периода, $Вт/м^2 \cdot ^\circ C$, принимаем по таблице 6 СП 50.13330.2012;

						ФТТ-408.08.03.01.2021.450 ПЗ ВКР	Лист
							21
Изм	Кол.уч	№док.	Лист	Подпись	Дата		

D_k – термическое сопротивление ограждающей конструкции, $\text{м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$, с последовательно расположенными однородными слоями

Тепловая инерция Дограждающей конструкции, $\text{м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$, определяется как сумма значений тепловой инерции D_i всех слоев многослойной конструкции:

$$D_i = R_i \cdot s_i, \quad (11)$$

где R_i – термические сопротивления отдельных слоев ограждающей конструкции, $\text{м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$

$$R_i = \delta_i / \lambda_i \quad (12)$$

где δ_i – толщина слоя, м;

λ_i – расчетный коэффициент теплопроводности материала слоя, $\text{Вт} / \text{м}^2 \cdot \text{°C}$.

Определяем толщину утеплителя:

$$0,001/0,17 + x/0,035 + 0,01/0,17 + 0,01/0,25 = 5,09 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт},$$

$$x = 0,174 \text{ м}$$

Принимаем толщину утеплителя 200 мм

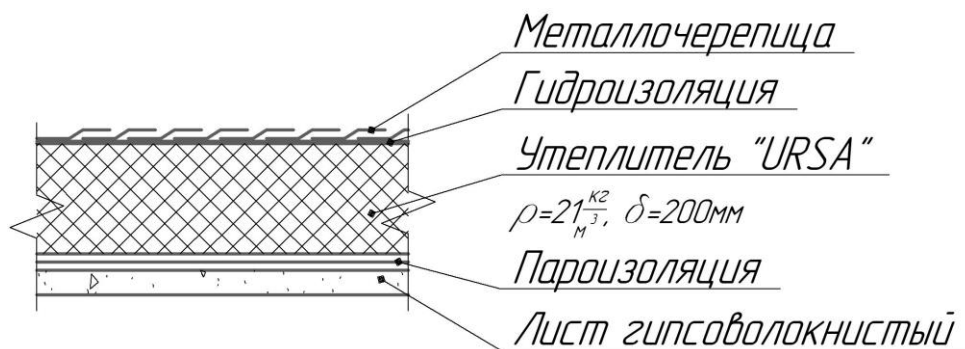


Рисунок 8 – Конструкция стены

Сопротивление теплопередачи принятой конструкции стены:

$$0,001/0,17 + 0,2/0,035 + 0,01/0,17 + 0,01/0,25 = 5,766 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}$$

$$R_o^{\text{норм}} = 1/23 + 5,766 + 1/8,7 = 5,924$$

$$R_o^{\text{норм}} = 5,924 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт} > R_o^{\text{тп}} = 5,09 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт},$$

						ФТТ-408.08.03.01.2021.450 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Кол.уч	№док.	Лист	Подпись	Дата		22

Условие выполняется, принятая конструкция покрытия соответствует требованиям энергосбережения.

2.5.3 Теплотехнический расчет оконного блока

Согласно таблицы ЗСП50.13330.2012, исходя из значения ГСОП=5777 °С·сут/в методом интерполяции определяем

$$R_0^{тp} = 0,583 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт},$$

В проекте приняты двухкамерные стеклопакеты в алюминиевых переплетах со стеклами с энергосберегающим покрытием конструкции 4М1–8Ar–4М1–8Ar К4 $R_0^{тp} = 0,63 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$. (ГОСТ 30674–99).

Условие $R_0^{тp} \geq R_0^{тp}$ ($0,63 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт} \geq 0,6 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$) выполняется

2.5.4 Расчет теплоусвоения конструкции пола

Определить, удовлетворяет ли в отношении теплоусвоения требованиям СП конструкция пола подвала, состоящая из мозаичного раствора толщиной 50мм и бетона марки В7,5 толщиной 100мм.

Таблица 3 – Теплотехнические характеристики отдельных слоев конструкции пола (при их нумерации сверху вниз).

Номер слоя	Материал	Толщина слоя d, м	Плотность материала в сухом состоянии ρ_0 , кг/м ³	Коэффициенты при условиях эксплуатации А	Термическое сопротивление R, м ² ·°C/Вт
1	Мозаичный раствор	0,05	1800 0,76	9,6	0,58
2	Бетон марки В7,5	0,1	2400 1,74	16,77	1,51

Расчетные значения теплотехнических характеристик:

						ФТТ-408.08.03.01.2021.450 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Кол.уч	№док.	Лист	Подпись	Дата		23

$$R_1 = 0,05/0,58 = 0,086 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$$

$$R_2 = 0,1/1,51 = 0,066 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$$

Определим тепловую инерцию слоев пола по формуле (2) СНиП II-3:

$$D_1 = R_1 s_1 \quad (13)$$

$$D_1 = 0,086 \cdot 9,6 = 0,826;$$

$$D_2 = R_2 s_2 \quad (14)$$

$$D_2 = 0,066 \cdot 16,77 = 1,107;$$

Так как суммарная тепловая инерция двух слоев $D_1 + D_2 = 0,826 + 1,107 = 1,933 > 0,5$ то показатель теплоусвоения поверхности пола определяем последовательно с учетом двух слоев конструкции пола

$$Y_2 = (2R_2 s_2^2 + s_1) / (0,5 + R_2 s_1) \quad (15)$$

$$Y_2 = (2 \cdot 0,066 \cdot 16,77^2 + 9,6) / (0,5 + 0,066 \cdot 9,6) = 41,4 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{°C})$$

$$Y_1 = Y_n = (4R_1 s_1^2 + Y_2) / (1 + R_1 Y_2) \quad (16)$$

$$Y_1 = Y_n = (4 \cdot 0,086 \cdot 9,6^2 + 41,4) / (1 + 0,086 \cdot 41,4) = 16,0 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{°C}).$$

Значение показателя теплоусвоения поверхности пола для жилых зданий по таблице 12 СП не должно превышать $Y_n^H = 14 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{°C})$, а расчетное значение показателя теплоусвоения данной конструкции $Y_n = 16,0 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{°C})$. Следовательно, рассматриваемая конструкция пола в отношении теплоусвоения не удовлетворяет требованиям СП. Определим показатель теплоусвоения поверхности данной конструкции пола в том случае, если по бетону будет устроена стяжка из шлакопемзобетона ($d = 0,02 \text{ м}$, $\rho_0 = 1200 \text{ кг} / \text{м}^3$, $l = 0,37 \text{ Вт} / (\text{м} \cdot \text{°C})$, $s = 5,83 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{°C})$, $R = 0,054 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$, $D = 0,315$). Конструкция пола в этом случае будет состоять из трех слоев.

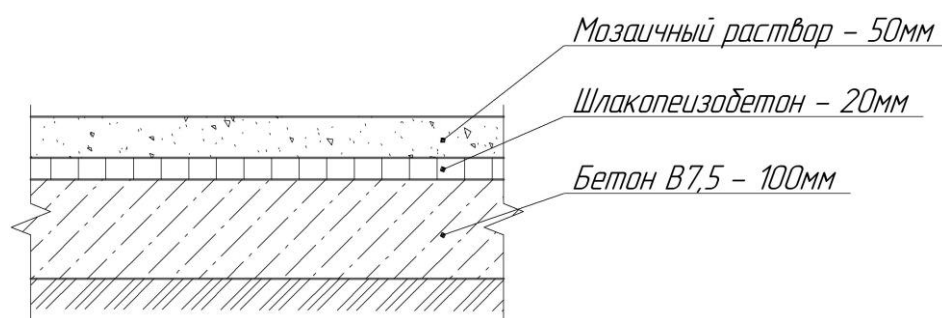


Рисунок 9 – Конструкция пола

						ФТТ-408.08.03.01.2021.450 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Кол.уч	№док.	Лист	Подпись	Дата		24

Так как суммарная тепловая инерция первых двух слоев $D_1+D_2=0,826+1,107=1,933>0,5$ но суммарная тепловая инерция трех слоев $0,315+1,933=2,248 > 0,5$, то показатель теплоусвоения поверхности пола определяется с учетом трех слоев конструкции пола.

Определим показатель теплоусвоения поверхности четвертого, третьего, второго и первого слоев пола по формулам (28) и (28а) СНиП II-3:

$$R_3 = 0,02/0,37 = 0,0054 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$$

$$Y_3 = (2R_3s_3^2 + s_2) / (0,5 + R_2s_2) \quad (17)$$

$$Y_3 = (2 \cdot 0,0054 \cdot 5,83^2 + 14,5) / (0,5 + 0,0054 \cdot 5,83) = 4,48 \text{ Вт}(\text{м}^2 \cdot \text{°C});$$

$$Y_2 = (4R_2s_2^2 + Y_3) / (1 + R_2Y_3) \quad (18)$$

$$Y_2 = (4 \cdot 0,066 \cdot 19,77^2 + 4,48) / (1 + 0,066 \cdot 4,48) = 82,42 \text{ Вт}(\text{м}^2 \cdot \text{°C});$$

$$Y_1 = Y_n = (4R_1s_1^2 + Y_2) / (1 + R_1Y_2) \quad (19)$$

$$Y_1 = Y_n = (4 \cdot 0,086 \cdot 9,6^2 + 82,42) / (1 + 0,086 \cdot 82,42) = 14,0 \text{ Вт}(\text{м}^2 \cdot \text{°C}).$$

Таким образом, устройство по плите перекрытия стяжки из шлакопемзобетона ($\rho_0=1200 \text{ кг/м}^3$) толщиной 20 мм уменьшило значение показателя теплоусвоения поверхности пола с 16,0 до 14,0 Вт($\text{м}^2 \cdot \text{°C}$). Следовательно, эта конструкция пола в отношении теплоусвоения удовлетворяет нормативным требованиям, так как значение показателя теплоусвоения поверхности не превышает $Y_n^H=14 \text{ Вт}(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$ нормируемого показателя теплоусвоения пола для общественных зданий.

2.5.5 Расчет затрат тепла на отопительный период

Отопление частного дома – необходимый элемент комфортабельного жилья. Теплопотери частного дома.

Здание теряет тепло из-за разности температур воздуха внутри и вне дома. Теплопотери тем выше, чем более значительна площадь ограждающих конструкций здания (окон, кровли, стен). Также, потери тепловой энергии связаны с материалами ограждающих конструкций и их размерами. Постоянная утечка тепловой энергии за отопительный сезон происходит также через вентиляцию и канализацию.

						ФТТ-408.08.03.01.2021.450 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Кол.уч	№док.	Лист	Подпись	Дата		25

Расчет потерь тепла через стены.

Рассмотрим на примере квартиры в торце здания:

- прямоугольная коробка с фасадными стенами длиной 6,9 и 14,1м;
- в стенах 7 проемов площадью каждого 2,25м²
- 4 проема площадью каждого 2,88 м²
- 1 проем площадью 3,6 м².

Конструкция наружных стен указана в разделе «Энергоэффективность».

Показатели сопротивления теплопередачи определены в разделе «Энергоэффективность»:

–наружная стена – 3,481м²°C/Вт, окна – 0,63м²°C/Вт.

Площадь внешних стен:

$$S_{\text{ст}} = 2 \cdot 6,9 \cdot 6,15 + 14,1 \cdot 6,15 + 0,5 \cdot 4,5 \cdot 14,1 = 203,32 \text{ м}^2$$

Площадь окон:

$$2,25 \cdot 7 + 2,88 \cdot 4 + 3,6 = 30,87 \text{ м}^2$$

Разница температур наружного и внутреннего воздуха:

$$t_{\text{п}} = 18 - (-34) = 52 \text{ °C.}$$

где 18°C – нормируемая температура внутри помещения

–34°C – нормируемая температура наружного воздуха

Потери тепла стены с 1м² при разнице температур воздуха внутри и снаружи дома в 1°C:

$$1 : 3,481 = 0,287 \text{ Вт/м}^2 \text{ °C}$$

Общие теплопотери дома:

$$3,481 \cdot 203,32 \cdot 52 = 36803,4 \text{ Вт}$$

$$0,63 \cdot 30,87 \cdot 52 = 1011,3 \text{ Вт}$$

Теплопотери стен в кВт·час:

$$36803,4 \cdot 1 : 1000 = 36,8 \text{ кВт·час}$$

$$1011 \cdot 1 : 1000 = 1,01 \text{ кВт·час,}$$

где 1000 – количество Вт в кВт

1 – 1 час

Потери тепла за сутки:

						ФТТ-408.08.03.01.2021.450 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Кол.уч	№док.	Лист	Подпись	Дата		26

$$(36,8 + 1,01) \cdot 24 = 907,44 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

Потери тепловой энергии за отопительный период:

$$7 \cdot 30 \cdot 907,44 = 190562,4 \text{ кВт} \cdot \text{ч},$$

где 7 – число месяцев отопительного периода

30 – количество дней в месяце.

Учет влияния вентиляции.

Объем атмосферы в здании без учета мебели и внутренних стен:

$$V = (14,1 \cdot 6,9 \cdot 9,3 = 904,8 \text{ м}^3$$

Плотность воздуха при температуре воздуха 18°C равна 1,2047 кг/м³, а удельная теплоемкость 1,005 кДж/кг°C.

Масса атмосферы в доме:

$$904,8 \cdot 1,2047 = 1090 \text{ кг}$$

Предположим 5–ти кратную смену воздушного объема в помещениях дома.

При средней разнице температур между домом и улицей в отопительный сезон, равной 52°C, за сутки на обогрев приточного холодного воздуха понадобится тепловой энергии:

$$5 \cdot 52 \cdot 1090 \cdot 1,005 = 284817 \text{ кДж}$$

Переведем в кВт·час:

$$284817 : 3600 = 79,12 \text{ кВт} \cdot \text{час}$$

Воздушные теплопотери за отопительный сезон:

$$7 \cdot 30 \cdot 79,12 = 16614 \text{ кВт} \cdot \text{час}$$

Затраты энергии на подготовку ГВС.

Предположим, что в каждой квартире проживает 4 человека, которая расходует 22 м³ воды ежемесячно, плотность воды – 1000 кг/м³, удельная теплоемкость – 4,183 кДж/ кг°C.

Средняя температура нагрева воды, предназначенная для бытовых нужд равна 40°C.

Соответственно, разница средней температуры между поступающей в дом холодной водой (+5°C) и нагретой в бойлере (+40°C) получается 35°C.

Расчет канализационных теплопотерь:

						ФТТ-408.08.03.01.2021.450 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Кол.уч	№док.	Лист	Подпись	Дата		27

$$22 \cdot 1000 \cdot 4,183 \cdot 35 = 3220910 \text{кДж},$$

где 22 – месячный объем расхода воды.

перерасчет в кВт·ч:

$$3220910:3600 = 894,7 \text{ кВт ч}$$

За отопительный период в канализацию уходит тепловая энергия в объеме:

$$894,7 \cdot 7 = 6262,9 \text{ кВт ч}$$

Расчет мощности отопительного котла.

Котел в составе системы отопления предназначен для компенсации теплотерь здания.

Для определения мощности котла отопления необходимо рассчитать затраты тепловой энергии дома через фасадные стены и на нагрев сменяемой воздушной атмосферы внутри помещений.

Теплопотери в Квт ч за сутки:

$$907,44 + 79,12 = 986,56 \text{ кВт ч}$$

Необходимая отопительная мощность котла:

$$986,56:24 = 41,1 \text{ кВт ч}$$

Выбирать котел по усредненному расчету затрат тепловой энергии не стоит, увеличим требуемую мощность котлового оборудования на 20%:

$$41,1 \cdot 0,2 + 41,1 = 49,4 \text{ кВт}.$$

Для вычисления требуемой мощности второго контура котла, греющего воду для мытья посуды, купания и тд нужно разделить месячное потребление тепла «канализационных» теплотерь на число дней в месяце и на 24 часа:

$$894,7:30:24 = 1,24 \text{ кВт}$$

Оптимальная мощность котла примерно 49,4кВт для отопительного контура и 1,24кВт для нагревательного контура.

						ФТТ-408.08.03.01.2021.450 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Кол.уч	№док.	Лист	Подпись	Дата		28

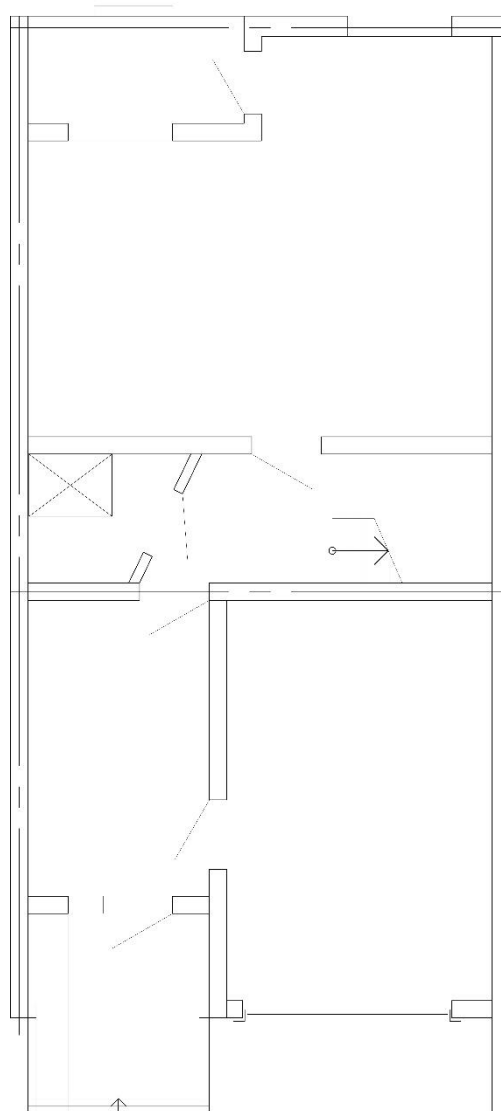


Рисунок 10 – План квартиры

2.6 Расчет инфильтрации воздуха

В помещениях таунхауса поддерживается температура $t_B = 20\text{ }^\circ\text{C}$. Здание расположено в Златоусте с расчетной температурой наружного воздуха $t_H = -34\text{ }^\circ\text{C}$ и с расчетной скоростью ветра для холодного периода $v = 4,5\text{ м/с}$. Высота здания от земли до верха кровли $H = 10,5\text{ м}$, высота этажа $A_{\text{эт}} = 3\text{ м}$. Земля расположена ниже уровня пола первого этажа на $0,15\text{ м}$, а окна над полом каждого этажа на $0,9\text{ м}$. Площадь окон в комнате здания равна $2,25\text{ м}^2$.

Фактическое сопротивление воздухопроницанию окна $R_{\text{инф реq}} = 0,65\text{ м}^2 \cdot \text{ч/кг}$ при $A_{p0} = 10\text{ Па}$. Окна выполнены из двухкамерного стеклопакета.

Разность давлений по разные стороны окна расчетного помещения $A_p, P_a,$

						ФТТ-408.08.03.01.2021.450 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Кол.уч	№док.	Лист	Подпись	Дата		29

определяем по формуле

$$\Delta p = (H-h)(\rho_n - \rho_{вг} + \frac{\rho V}{2} K_{дин} (c_n - c_3)) - p_B, \quad (20)$$

где h – расстояние от земли до центра рассматриваемого воздухопроницаемого элемента в здании

$\rho_n, \rho_{вг}$ – плотность наружного и внутреннего воздуха

V – скорость ветра

на первом этаже

$$0,5 \cdot 10,5 \cdot (1,48 - 1,21) \cdot 9,81 - 1,65 \cdot (1,48 - 1,21) \cdot 9,81 + 0,5 \frac{1,48 \cdot 4,5^2}{2} \cdot 0,4 \cdot (0,8 + 0,6) = 13,74 \text{ Па};$$

на втором этаже

$$0,5 \cdot 10,5 \cdot (1,48 - 1,21) \cdot 9,81 - 4,65 \cdot (1,48 - 1,21) \cdot 9,81 + 0,5 \frac{1,48 \cdot 4,5^2}{2} \cdot 0,4 \cdot (0,8 + 0,6) = 5,79 \text{ Па};$$

на третьем этаже

$$0,5 \cdot 10,5 \cdot (1,48 - 1,21) \cdot 9,81 - 7,65 \cdot (1,48 - 1,21) \cdot 9,81 + 0,5 \frac{1,48 \cdot 4,5^2}{2} \cdot 0,4 \cdot (0,8 + 0,6) = -2,15 \text{ Па},$$

где $\rho_n, \rho_{вг}$ определяются по формуле:

$$P = \frac{353}{273 + t}, \quad (21)$$

$$\rho_n = \frac{353}{273 + 34} = 1,48 \text{ кг/м}^3;$$

$$\rho_{вг} = \frac{353}{273 + 20} = 1,21 \text{ кг/м}^3;$$

где h — расстояние от земли до центра окна, м:

$$\text{первого этажа } h = 0,9 + 0,75 = 1,65 \text{ м};$$

$$\text{второго этажа } h = 1,65 + 3,0 = 4,65 \text{ м};$$

$$\text{третьего этажа } h = 4,65 + 3,0 = 7,65 \text{ м};$$

$K_{дин} = 0,4$. определяется по табл. 22 при типе местности С, соответствующем

						ФТТ-408.08.03.01.2021.450 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Кол.уч	№док.	Лист	Подпись	Дата		30

городской застройке с высотой зданий 10 м ;

сн, сз определяются по п. 6.1.3: сн = 0,8, сз = -0,6.

Расход инфильтрационного воздуха через 1 м² окна в 1 ч (фактическую воздухопроницаемость окна) G₀, кг/(м² · ч), находим по формуле :

$$G_1 = \frac{1}{R} \cdot \frac{\Delta p}{\Delta p}, \quad (22)$$

где R_{инф ок} – фактическое сопротивление воздухопроницанию

для первого этажа:

$$G_1 = \frac{1}{0,65} \left(\frac{13,74}{10} \right) = 1,41 \text{ кг/м}^2 \cdot \text{ч}$$

для второго этажа:

$$G_2 = \frac{1}{0,65} \left(\frac{5,79}{10} \right) = 0,594 \text{ кг/м}^2 \cdot \text{ч}$$

На мансардном этаже инфильтрации нет, так как Δр отрицательна.

Выводы по разделу 2

В разделе разработаны планы этажей, фасады здания, принято их цветовое решение, разработано благоустройство территории после проведения строительно–монтажных работ, представлены основные конструктивные элементы, выполнены теплотехнические расчеты ограждающих конструкций. На основании расчетов определены необходимые параметры наружных стен и покрытия проектируемого здания, проведен расчет теплоусвоения пола, расчет затрат тепла за отопительный период и инфильтрации воздуха.

						ФТТ-408.08.03.01.2021.450 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Кол.уч	№док.	Лист	Подпись	Дата		31

3 РАСЧЕТНО–КОНСТРУКТИВНЫЙ РАЗДЕЛ

3.1 Инженерно–географические условия площадки проектируемого строительства

Проектируемое здание расположено в г. Златоусте. Согласно СП 131.13330–2012 «Строительная климатология» район строительства относится к климатическому району Iv. Снеговой район IV $S_0 = 240 \text{ кг/м}^2$. Ветровой район II $W_0 = 0,3 \text{ кПа}$. Глубина промерзания грунта 1,9м. Расчетная температура наружного воздуха наиболее холодной пятидневки – $34 \text{ }^\circ\text{C}$. Преобладающее направление ветра: июль – северо–западный, январь – юго–западный. Зона влажности сухая.

Согласно инженерно–геологических изысканий, основанием фундамента служит суглинок твердый, зеленовато–серый, с гнездами щебня, непросадочный, ненабухающий, слабопучинистый. Глубина промерзания грунта 1,9м.

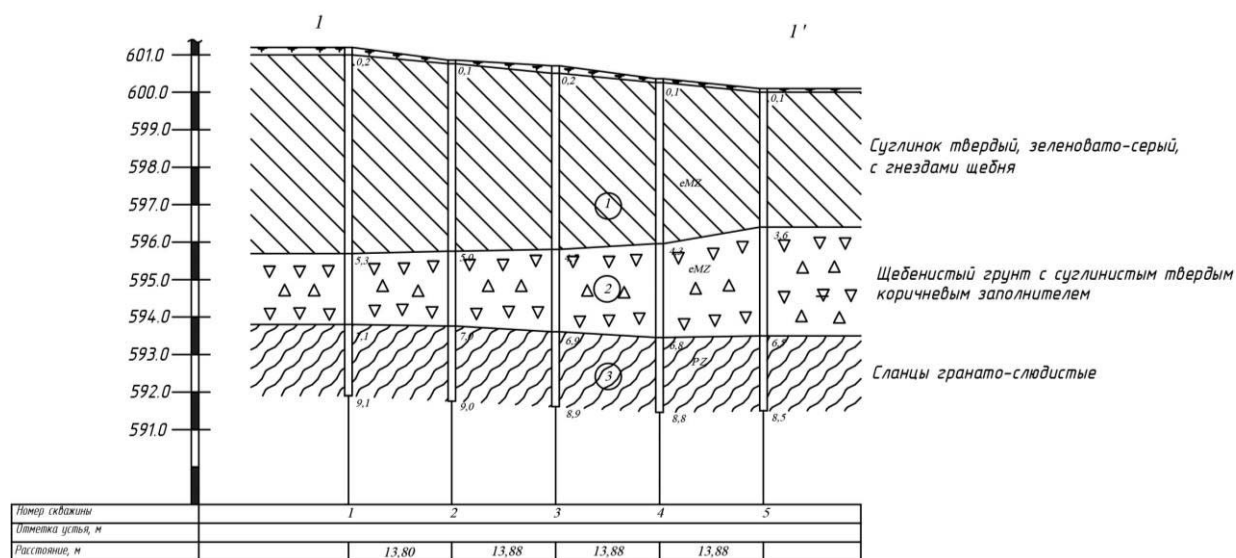


Рисунок 11 – Инженерно-геологический разрез

Таблица 4 - Характеристики грунтов основания

№ слоя в колонке	ρ , кг/м ³	γ_{sb} , кН/м ³	$\varphi_{п}$, град	$c_{п}$, кПа	E , кПа
1	2800	16,4	18	21	21,0
2	2700	17,8	17	23	19,0
3	2720	21,2	34	20	50,0

На территории строительной площадки в период изысканий грунтовые воды не обнаружены.

На исследуемой площадке специфические грунты не встречены.

Расчетная сейсмическая интенсивность приводится по г. Златоуст в баллах шкалы MSK–64 для средних грунтовых условий и 3–х степеней сейсмической опасности А(10%)–нет, В(5%)–6 и С(1%)–6 в течении 50 лет

3.2 Расчет ленточного фундамента

Определяем нагрузки на наружную стену. Грузовая площадь $A=2,9 \times 3=8,7 \text{ м}^2$, где 2,9м – расстояние междуоконных проемов, 3м – половина расстояния в чистоте между опорными стенами. В таблице 1 даны расчетные нагрузки на фундамент под наружную стену.

Таблица 5 – Нормативная и расчетная нагрузки на фундамент под наружную стену

Нагрузка	Нормативная нагрузка на ед. площ. кН/м ²	Коэффициент надежности по нагрузке	Расчетная нагрузка, кН
1. От кровли и покрытия:			
Постоянная:	0,036		
– металлочерепица	0,017	1,1	0,04
– обрешетка (доска 150x25 мм) у=450кг/м ³	0,09	1,3	0,02
– стропила (брус 150x150, у=500кг/м ³)	0,105	1,3	0,117
– стяжка цементно–песчаная, армированная (b=50мм, у=2100кг/м ³)	0,005	1,1	0,116
– от утеплителя (пенополистирол у=40кг/м ³ , b=120мм)	0,003	1,1	0,055

Окончание таблицы 5

Нагрузка	Нормативная нагрузка на ед. площ. кН/м ²	Коэффициент надежности по нагрузке	Расчетная нагрузка, кН
– от пароизоляции	0,292	1,1	0,0033
– от плит покрытия сборных железобетонных (вес плиты 6x1,2 =2100кг)		1,1	0,321
Временная:	0,171		
– снеговая	0,7	1,4	2,4
– полезная	1,419	1,3	0,91
Итого			g ₁ =3,982
2. От перекрытия:			
Постоянная:	0,5		
– от перегородок (b=100мм, y=500кг/м ³)	1,08	1,2	0,6
– от пола (b=60мм, y=1800кг/м ³)	0,292	1,1	1,188
– от плит перекрытия сборных железобетонных		1,1	0,321
Временные:	2,0		
– полезная	4,372	1,2	2,4
Итого:			g ₂ =5,109
3. От наружных стен:	1,2		
– блоки газобетонные (b=0,2м, y=600кг/м ³)	3,15	1,2	1,44
– бетон (b=150мм, y=2100кг/м ³)	0,615	1,2	3,78
– металлосайдинг (y=10кг/м ² , h=6,15м)	4,965	1,2	0,738
Итого:			g ₃ =5,958

						ФТТ-408.08.03.01.2021.450 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Кол.уч	№док.	Лист	Подпись	Дата		34

Определяем нагрузки на фундамент от грузовой площади:

$$N = (g_1 + g_2) \cdot F_{гр} + g_3, \quad (23)$$

$$N = (3,982 + 3 \cdot 5,109) \cdot 8,7 + 5,958 = 173,95 \text{ кН} \cdot \text{м}^2$$

Расчетные нагрузки на 1 м стены:

$$N_p = 173,95 \text{ кН} \cdot \text{м}^2 / 2,9 = 59,98 \text{ кН} = 0,06 \text{ МН}$$

Выбор глубины заложения фундамента

Учет геологического разреза территории

Нормативная глубина промерзания в г. Златоусте – 1,9 м. Основанием фундамента в данном случае служит суглинок твердый, зеленовато–серый $d \leq 2,0 \text{ м}$, который может быть использован в качестве естественного основания.

.Учет конструктивных требований.

Отметку обреза принимаем – 0,15 м

Учет возможного промерзания грунта.

В заданных инженерно–геологических условиях глубина заложения должна быть, в соответствии с табл. 2 СП 22.13330.2016, больше расчетной глубины промерзания грунта.

Глубина заложения

$$d_{fn} = d_0 \sqrt{M_f} \quad d_{fn} = d_0 \sqrt{M_f}, \quad (25)$$

$$d_{fn} = d_0 \sqrt{M_f}, \quad (26)$$

где d_0 – величина, принимаемая для суглинка, равная 0,23;

M_f – безразмерный коэффициент, численно равный сумме абсолютных значений среднемесячных отрицательных температур за зиму в данном районе.

$$d_{fn} = 0,23 \sqrt{56,6} = 1,73 \text{ м.}$$

Коэффициент влияния теплового режима здания $k_n = 0,6$, тогда

$$d \geq 0,6 \cdot 1,73 = 1,038 \text{ м}$$

Выбор глубины заложения.

						ФТТ-408.08.03.01.2021.450 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Кол.уч	№док.	Лист	Подпись	Дата		35

$$d_1 = h_s + h_{cf} \cdot \frac{\gamma_{cf}}{\gamma'_{II}}, \quad (28)$$

где h_s – толщина слоя грунта, залегающего выше подошвы фундамента со стороны подвала;

h_{cf} – толщина конструкции пола подвала;

γ_{cf} – расчетный удельный вес конструкции пола подвала;

$$d_1 = 0,4 + 0,15 \cdot 0,022 / 0,0164 = 0,601 \text{ м}$$

Глубина до отметки пола в подвале:

$$d_b = 2,8 + 0,601 = 3,4 \text{ м}$$

Для суглинка твердого с коэффициентом пористости $e = 0,989$, $\varphi_{II} = 18^\circ$ и $c_{II} = 0,0021$ МПа, находим значения безразмерных коэффициентов: $M_\gamma = 0,43$; $M_q = 2,73$ и $M_c = 5,31$.

Для соотношения $L/H = 57,6/10,5 = 5,48$ коэффициенты условия работы $\gamma_{c1} = 1,1$, $\gamma_{c2} = 1,0$. Так как характеристики φ_{II} и c_{II} определены в результате непосредственного испытания образцов грунта строительной площадки, принимаем значение коэффициента $k = 1,0$.

Находим расчетное сопротивление грунта основания под фундаментной плитой:

$$R = \frac{\gamma_{c1} \cdot \gamma_{c2}}{k} \cdot [M_\gamma \cdot k_z \cdot b \cdot \gamma_{II} + M_q \cdot d_1 \cdot \gamma'_{II} + (M_q - 1) \cdot d_b \cdot \gamma'_{II} + M_c \cdot c_{II}] \quad (29)$$

где γ_{c1} , γ_{c2} – коэффициенты условий работы соответственно грунтового основания и здания во взаимодействии с основанием;

k – коэффициент = 1,0;

M_γ , M_q , M_c – безразмерные коэффициенты, зависящие от угла внутреннего трения;

h_z – коэффициент, принимаемый равным при $b \leq 10 h_z = 1$;

b – ширина подошвы фундамента;

						ФТТ-408.08.03.01.2021.450 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Кол.уч	№док.	Лист	Подпись	Дата		37

γ_{II} – осредненный расчетный удельный вес грунтов, залегающих ниже подошвы фундамента;

d_b – глубина заложения подвала;

d – глубина заложения фундамента;

C_{II} – расчетное удельное сцепление грунта, залегающего непосредственно под подошвой фундамента.

$$R = \frac{1.1 \cdot 1.0}{1.0} \cdot \left[0.43 \cdot 1.0 \cdot 1 \cdot 0.0164 + 2.73 \cdot 3.4 \cdot 0.0164 + \right. \\ \left. + (2.73 - 1) \cdot 2.8 \cdot 0.0164 + 5.31 \cdot 0.0021 \right] = 0.274 \text{ МПа}$$

Определяем равнодействующую активного давления грунта на 1 м стены фундамента:

$$T = (qd + \gamma'_{II} \frac{d^2}{2}) \cdot \text{tg}^2(45^\circ - \frac{\phi}{2}), \quad (30)$$

$$T = (0,01 \cdot 3,4 + 0,0164 \cdot 3,4^2/2) \text{tg}^2(45^\circ - 18^\circ/2) = 0,07 \text{ МН}$$

Найдем приведенную высоту слоя грунта и расстояние от подошвы фундамента до точки приложения равнодействующей активного давления грунта:

$$a_0 = \frac{d}{3} \cdot \frac{d + 3h_{пр}}{d + 2h_{пр}} \quad (31)$$

$$h_{пр} = \frac{q}{\gamma'_{II}} \quad (32)$$

$$h_{пр} = 0,01/0,0164 = 0,610 \text{ м}$$

$$a_0 = 3,4/3 \cdot (3,4 + 3 \cdot 0,601/3,4 + 2 \cdot 0,601) = 1,282 \text{ м}$$

Момент относительно центра тяжести подошвы фундамента от равнодействующей активного давления грунта:

$$M_T = 0,07 \cdot 1,282 = 0,09 \text{ МН} \cdot \text{м}$$

Определяем вес 1 м фундаментной плиты:

$$G_\phi = 10 \cdot \frac{1580}{2,38} = 0.066 \text{ МН}.$$

Вес 1 м стеновых фундаментных блоков марки ФСБ4:

						ФТТ-408.08.03.01.2021.450 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Кол.уч	№ док.	Лист	Подпись	Дата		38

$$G_{\phi} = 6 \cdot 10 \cdot \frac{1300}{2,38} = 0.022 \text{ МН.}$$

Вес на двух обрезах фундамента:

$$G_{\phi} = 2 \cdot 0,3 \cdot 2,8 \cdot 0,0164 = 0.028 \text{ МН.}$$

$$\rho_{\text{cp}} = \frac{0.06 + 0.066 + 0.022 + 0.028}{1 \cdot 1} = 0,176 \text{ МПа}$$

$$\rho_{\text{cp}} = 0.176 \text{ МПа} < R = 0.274 \text{ МПа.}$$

условие выполнено, но недонапряжение составляет 35,7%, что больше требуемого 10%.

Принимаем фундаментную подушку шириной 800мм.

Определим приведенную глубину заложения фундамента от пола в подвале, приняв удельный вес конструкции пола в подвале $\gamma_{\text{ст}} = 0.022 \text{ МН/м}^3$:

$$d_1 = h_s + h_{\text{cf}} \cdot \frac{\gamma_{\text{cf}}}{\gamma'_{\text{II}}}, \quad (33)$$

где h_s – толщина слоя грунта, залегающего выше подошвы фундамента со стороны подвала;

h_{cf} – толщина конструкции пола подвала;

γ_{cf} – расчетный удельный вес конструкции пола подвала;

$$d_1 = 0,4 + 0,15 \cdot 0,022 / 0,0164 = 0,601 \text{ м}$$

Глубина до отметки пола в подвале:

$$d_{\text{в}} = 2,8 + 0,601 = 3,4 \text{ м}$$

Для суглинка твердого с коэффициентом пористости $e = 0,989$, $\varphi_{\text{II}} = 18^\circ$ и $C_{\text{II}} = 0,0021 \text{ МПа}$, находим значения безразмерных коэффициентов: $M_{\gamma} = 0,43$; $M_q = 2,73$ и $M_c = 5,31$.

Для соотношения $L/H = 57,6/10,5 = 5,48$ коэффициенты условия работы $\gamma_{c1} = 1,1$, $\gamma_{c2} = 1,0$. Так как характеристики φ_{II} и C_{II} определены в результате непосредственного испытания образцов грунта строительной площадки, принимаем значение коэффициента $k = 1,0$.

						ФТТ-408.08.03.01.2021.450 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Кол.уч	№ док.	Лист	Подпись	Дата		39

Находим расчетное сопротивление грунта основания под фундаментной плитой.

$$R = \frac{1.1 \cdot 1.0}{1.0} \cdot \left[0.43 \cdot 0.8 \cdot 1 \cdot 0.0164 + 2.73 \cdot 3.4 \cdot 0.0164 + \right. \\ \left. + (2.73 - 1) \cdot 2.8 \cdot 0.0164 + 5.31 \cdot 0.0021 \right] = 0.273 \text{ МПа}$$

Определяем равнодействующую активного давления грунта на 1 м стены фундамента:

$$T = (0.01 \cdot 3.4 + 0.0164 \cdot 3.4^2 / 2) \text{tg}^2 (45^\circ - 18^\circ / 2) = 0.07 \text{ МН}$$

Найдем приведенную высоту слоя грунта и расстояние от подошвы фундамента до точки приложения равнодействующей активного давления грунта:

$$h_{пр} = 0.01 / 0.0164 = 0.610 \text{ м}$$

$$a_0 = 3.4 / 3 \cdot (3.4 + 3 \cdot 0.601 / 3.4 + 2 \cdot 0.601) = 1.282 \text{ м}$$

Момент относительно центра тяжести подошвы фундамента от равнодействующей активного давления грунта:

$$M_T = 0.07 \cdot 1.282 = 0.09 \text{ МН} \cdot \text{м}$$

Определяем вес 1 м фундаментной плиты:

$$G_\phi = 10 \cdot \frac{1430}{2.38} = 0.06 \text{ МН.}$$

Вес 1 м стеновых фундаментных блоков марки ФСБ4:

$$G_\phi = 6 \cdot 10 \cdot \frac{1300}{2.38} = 0.022 \text{ МН.}$$

Вес на двух обрезах фундамента:

$$G_\phi = 2 \cdot 0.2 \cdot 2.8 \cdot 0.0164 = 0.018 \text{ МН.}$$

Момент относительно центра тяжести подошвы фундамента от веса грунта на его обресе:

$$M_g = 0.018 (0.25 + 0.2) = 0.08 \text{ МН} \cdot \text{м}$$

Определяем крайевые напряжения под подошвой фундамента:

$$p_{\max(\min)} = \frac{N}{A_\phi} \pm \frac{M}{W}, \quad (34)$$

						ФТТ-408.08.03.01.2021.450 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Кол.уч	№док.	Лист	Подпись	Дата		40

где M – момент в уровне подошвы фундамента:

$$M=N \cdot e, \quad (35)$$

где $e=0,03b=0,03 \cdot 0,8=0,024\text{м}$

$$M=0,06 \cdot 0,024=0,0014\text{МН} \cdot \text{м}$$

$$\rho_{\max} = \frac{0,06 + 0,066 + 0,022 + 0,018}{1 \cdot 0,8} + (0,014 + 0,09 - 0,08)4 / 1 \cdot 0,8^2 = 0,357\text{МПа}$$

$$\rho_{\min} = \frac{0,06 + 0,066 + 0,022 + 0,018}{1 \cdot 0,8} - (0,014 + 0,09 - 0,08)4 / 1 \cdot 0,8^2 = 0,058\text{МПа}$$

Проверяем условие:

$$\rho_{\max} \leq 1,2R; \quad \rho_{\min} > 0; \quad \rho_{\text{ср}} = \frac{N}{A_{\text{ф}}} \leq R$$

$$\rho_{\max} = 0,357 < 1,2 \cdot 0,273 = 0,328\text{МПа}; \quad \rho_{\min} < 0$$

$$\rho_{\text{ср}} = \frac{0,06 + 0,06 + 0,022 + 0,018}{1 \cdot 0,8} = 0,2\text{МПа}$$

$$\rho_{\text{ср}} = 0,2\text{МПа} < R = 0,273\text{МПа}.$$

условие выполнено.

Рассчитаем конструкцию фундамента по первой и второй группам предельных состояний. В качестве материала фундамента принят бетон класса В15.

Под подошвой фундамента предусмотрена щебеночная уплотненная подготовка, поэтому высоту защитного слоя бетона примем равной 3,5см. Тогда рабочая высота сечения составит $h_0 = 0,3 - 0,035 = 0,265\text{ м}$.

Определим расчетные нагрузки от веса фундамента и грунта на его обрезах:

$$G_{\text{гр}}^P = 1,1(0,066 + 0,022) = 0,097\text{МН}$$

$$G_{\text{ф}}^P = 1,2 \cdot 0,018 = 0,022\text{ МН}.$$

$$M_G^P = 1,2 \cdot 0,08 = 0,096\text{ МН} \cdot \text{м}$$

$$M_T^P = 1,1 \cdot 0,09 = 0,099\text{МН} \cdot \text{м}$$

						ФТТ-408.08.03.01.2021.450 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Кол.уч	№док.	Лист	Подпись	Дата		41

Найдем максимальное давление под подошвой фундамента от действия расчетных нагрузок:

$$p_{\max} = \frac{0,06 + 0,097 + 0,022}{0,8 \cdot 1} + (0,022 + 0,099 - 0,096) \cdot 0,4 / 1 \cdot 0,8^2 = 0,24 \text{ МПа}$$

Напряжения в грунте под подошвой фундамента у грани стены:

$$p_i = \frac{N}{A} + \frac{M}{W} \cdot \frac{l_i}{0,5l} \quad , \quad (36)$$

где N и M – суммарная вертикальная сила и момент от расчетных нагрузок на уровне подошвы фундамента;

W – момент сопротивления подошвы фундамента;

l_i – расстояние от оси фундамента до рассматриваемого сечения;

l – длина фундамента.

$$p = \frac{0,06 + 0,097 + 0,034 + 0,022}{0,8 \cdot 1} + (0,022 + 0,099 - 0,096) \cdot \frac{0,4}{1} \cdot 0,8^2 \cdot \frac{0,4}{0,5} \cdot 0,8 = 0,24 \text{ МПа}$$

Поперечная сила в сечении фундамента у грани стены:

$$Q = b(0,5l - l_i) \frac{p_{\max} + p_i}{2} \quad , \quad (37)$$

где p_{\max} – максимальное напряжение в основании под подошвой фундамента от расчетных нагрузок

$$Q = 1(0,5 \cdot 0,8 - 0,4) \cdot (0,24 + 0,24) / 2 = 0,024 \text{ МН}$$

Проверяем выполнение условий:

$$\begin{aligned} Q_1 &\leq \varphi_{b3} R_{bt} b h_0 \\ Q_{11} &\leq \varphi_{b3} R_{bt} b h_0^1 \end{aligned} \quad , \quad (38)$$

						ФТТ-408.08.03.01.2021.450 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Кол.уч	№док.	Лист	Подпись	Дата		42

где для бетона класса В15: $R_{bt}=0,75\text{МПа}$ – расчетное сопротивление бетона растяжению $0,024\text{МН} \leq 0,6 \cdot 0,75 \cdot 0,8 \cdot 0,265 = 0,0954\text{ МН}$, условие выполняется, следовательно, установка поперечной арматуры не требуется и расчет на поперечную силу не производится.

Определяем среднее давление под подошвой фундамента от действия расчетных нагрузок:

$$p_{cp} = 0,06 + 0,097 + 0,0022 / 1 \cdot 0,8 = 0,199\text{МПа}$$

Проверяем выполнение условия:

$$Q = p_{cp}^p [0.5(1 - l_k) - c] b \leq 1.5 R_{bt} b h_0^2 / c, \quad (39)$$

где правую часть неравенства принимают равной не менее $0,6 R_{bt} b h_0$ и не более $2,5 R_{bt} b h_0$;

c – длина проекции наклонного сечения.

$$c = 0,5 (1 - l_k - 2h_0) \quad (40)$$

$c = 0,5 (0,8 - 0,4 - 2 \cdot 0,265) < 0$, следовательно, в плите фундамента наклонная трещина не образуется.

Определяем средний периметр пирамиды продавливания и расчетную продавливающую силу:

$$u_m = 2(b_k + l_k + 2h_0) \quad (41)$$

$$F = N - p_{cp}^p A \quad (42)$$

$$u_m = 0,5(0,8 + 0,4) = 0,6\text{м}$$

$$F = 0,06 / 0,8 \cdot 1 \cdot 0,5(0,8 - 0,4 - 2 \cdot 0,265) = 0\text{МН}$$

Проверяем условие:

$$F \leq \varphi_b R_{bt} u_m h_0, \quad (43)$$

где F – расчетная продавливающая сила;

						ФТТ-408.08.03.01.2021.450 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Кол.уч	№ док.	Лист	Подпись	Дата		43

φ_b – коэффициент, принимаемый равным 1 для тяжелых бетонов;

R_{bt} – расчетное сопротивление бетона растяжению;

u_m – среднее арифметическое между периметрами верхнего и нижнего оснований пирамиды продавливания в пределах полезной высоты фундамента h_0 .

$$0 \text{ МН} < 1 \cdot 1,06 \cdot 1 \cdot 0,265 = 0,278 \text{ МН},$$

условие выполняется, следовательно, прочность фундамента на продавливание обеспечена.

Изгибающий момент в сечении у грани стены:

$$M_i = b(0,5l - l_i)^2 \frac{2p_{\max} + p_i}{6} \quad (44)$$

$$M = 0,8(0,5 \cdot 1 - 0,4)^2 \cdot (2 \cdot 0,24 + 0,24) / 6 = 0,001 \text{ МН} \cdot \text{м}$$

В качестве рабочих стержней примем арматуру класса А–III с расчетным сопротивлением $R_{bt} = 355 \text{ МПа}$.

Требуемая площадь сечения арматуры на 1 м длины плиты:

$$A_s = \frac{M}{0,9h_0 \cdot R_s} \quad (45)$$

$$A_s = \frac{0,001}{0,9 \cdot 0,265 \cdot 355} = 0,000012 \text{ м}^2 = 0,12 \text{ см}^2.$$

Конструктивно принимаем 5 стержней диаметром 6мм из стали класса АIII с $A_s = 1,42 \text{ см}^2$. Шаг стержней $u = 150 \text{ мм}$.

Площадь сечения распределительной арматуры $A_{sp} = 0,1 \cdot 1,42 = 0,142 \text{ см}^2$ на 1 метр ширины фундамента. Увеличим вдвое площадь сечения распределительной арматуры, так как в фундаменте работают на изгиб две консольные части

$$A_{sp} = 2 \cdot 0,142 = 0,284 \text{ см}^2$$

Окончательно, по конструктивным соображениям, принимаем 2 стержня диаметром 5мм из стали класса АI ($2\varnothing 3 A_{sp} = 0,39 \text{ см}^2$). Шаг стержней $u = 30 \text{ см}$.

Напряжения в грунте под подошвой фундамента у грани стены от нормативных нагрузок:

						ФТТ-408.08.03.01.2021.450 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Кол.уч	№док.	Лист	Подпись	Дата		44

$$p_i = \frac{N}{A} + \frac{M}{W} \cdot \frac{l_i}{0.5l} \quad (46)$$

$$p = (0,06+0,06+0,022+0,018)/0,8 \cdot 1 + (0,022+0,099-0,096)4/1 \cdot 0,8^2 = 0,356 \text{ МПа.}$$

Изгибающий момент у грани стены от нормативных нагрузок:

$$M = 1(0,5 \cdot 0,8 - 0,4)^2 \cdot (2 \cdot 0,24 + 0,356)/6 = 0 \text{ МН} \cdot \text{м}$$

Значения модулей упругости арматуры и бетона:

$$E_s = 200000 \text{ МПа}, E_b = 20500 \text{ МПа}, \text{соотношение } n = 200000/20500 = 9,76.$$

Коэффициент армирования сечения

$$\mu_1 = 1,42/30 \cdot 100 = 0,047\% > 0,05\%.$$

Упругопластический момент:

$$W_{pl} = (0,292 + 0,75(\gamma_1 + 2\mu_1 n))bh^2, \quad (47)$$

где $\gamma_1 = \frac{(b - b_1)h'_n}{bh'}$ – коэффициент для прямоугольного сечения = 0

$$W_{pl} = (0,292 + 1,5(2 \cdot 0,047 \cdot 9,76)) \cdot 1,5 \cdot 0,4^2 = 0,267 \text{ м}^3.$$

Расчетное сопротивление бетона растяжению для второй группы предельных состояний $R_{bt} = 1,15 \text{ МПа}$.

Момент трещинообразования:

$$M_{crc} = R_{btser} W_{pl} \quad (48)$$

$$M_{crc} = 1,15 \cdot 0,267 = 0,307 \text{ МН} \cdot \text{м.}$$

Проверяем выполнение условия:

$$M \leq M_{crc} = R_{btser} W_{pl} \quad (49)$$

$0 \text{ МН} \cdot \text{м} < 0,307 \text{ МН} \cdot \text{м}$, условие выполняется, следовательно, трещины в теле фундамента не возникают.

						ФТТ-408.08.03.01.2021.450 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Кол.уч	№док.	Лист	Подпись	Дата		45

Расчет осадок

Определим методом элементарного суммирования вероятную осадку ленточного фундамента здания.

Определяем удельный вес грунтов первого и второго слоя, залегающих в основании фундамента:

$$\gamma_1 = 1640 \cdot 10 = 0,0164 \text{ МН/м}^3,$$

$$\gamma_2 = 1780 \cdot 10 = 0,00178 \text{ МН/м}^3$$

Грунт третьего слоя представляет собой сланцы гранато–слюдистые.

Ординаты эпюры вертикальных напряжений от действия собственного веса грунта:

$$G_{zg} = \sum_{i=1}^n \gamma_i \cdot h_i, \quad (50)$$

где n – число слоев грунта, от веса которых определяется напряжение;

γ_i – удельный вес грунта i -го слоя;

h_i – толщина i -го слоя.

на поверхности земли:

$$G_{xg} = 0; \quad 0,2 G_{xg} = 0$$

на уровне подошвы фундамента:

$$G_{xg0} = 0,016 \cdot 3,4 = 0,056 \text{ МПа}; \quad 0,2 G_{xg0} = 0,2 \cdot 0,056 = 0,011 \text{ МПа}$$

на контакте первого и второго слоев:

$$G_{xg1} = 0,0164 \cdot 5,3 = 0,087 \text{ МПа}; \quad 0,2 G_{xg1} = 0,2 \cdot 0,087 = 0,017 \text{ МПа}$$

на контакте первого и второго слоев:

$$G_{xg2} = 0,087 + 0,0178 \cdot 1,9 = 0,121 \text{ МПа}; \quad 0,2 G_{xg2} = 0,2 \cdot 0,121 = 0,024 \text{ МПа}$$

Определим дополнительное давление по подошве фундамента, которое равно разности среднего давления и вертикальных напряжений от действия собственного веса грунта на уровне подошвы фундамента.

$$p_d = 0,176 - 0,056 = 0,12 \text{ МПа}$$

$$\text{Соотношение } n = l/b = 1,0/0,8 = 1,25 < 10$$

Зададимся соотношением $m = 0,4$. Тогда высота элементарного слоя грунта

						ФТТ-408.08.03.01.2021.450 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Кол.уч	№док.	Лист	Подпись	Дата		46

$$h = 0,4 \cdot 0,8 / 2 = 0,16 \text{ м.}$$

Условие $h_i = 0,4b:2 = 0,4 \cdot 0,8:2 = 0,16 < 0,4 \cdot 0,8 = 0,32$ выполняется с большим запасом. Поэтому принимаем высоту элементарного слоя 0,4м.

Таблица 6 – Расчет осадок

Грунт	z, м	m = 2z/6	a	G _z = a · ρ _д	E, МПа
Суглинок твердый	0	1	1	0,12	21,0
	0,4	1	0,818	0,098	
	0,8	2	0,55	0,066	
	1,2	3	0,397	0,048	
	1,6	4	0,306	0,037	
	2,0	5	0,249	0,03	
	2,4	6	0,208	0,025	
	2,8	7	0,179	0,022	
	3,2	8	0,162	0,019	
	3,6	9	0,14	0,017	
	4,0	10	0,126	0,015	
	4,4	11	0,115	0,014	
	4,8	12	0,104	0,013	

Расчет осадка методом послойного суммирования:

$$S = \sum \beta \sum_{i=1}^n \frac{h_i \cdot G_{zpi}}{E_{vi}}, \quad (51)$$

где β – безразмерный коэффициент = 0,8;

h_i – толщина элементов слоя, $h_i < 0,4b$;

G_{zpi} – модуль общей деформации элементарного слоя.

G_{zpi} – модуль общей деформации элементарного слоя.

						ФТТ-408.08.03.01.2021.450 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Кол.уч	№док.	Лист	Подпись	Дата		47

$$S = \frac{0,8 \cdot 0,4}{21} \left(\frac{0,12 + 0,098}{2} + \frac{0,098 + 0,066}{2} + \frac{0,066 + 0,048}{2} + \frac{0,048 + 0,037}{2} + \frac{0,037 + 0,03}{2} + \frac{0,03 + 0,025}{2} + \frac{0,025 + 0,022}{2} + \frac{0,022 + 0,019}{2} + \frac{0,019 + 0,017}{2} + \frac{0,017 + 0,015}{2} + \frac{0,015 + 0,014}{2} + \frac{0,014 + 0,013}{2} \right) = 0,007\text{М} = 0,7\text{см}$$

Для здания данного типа предельно допустимая осадка $S_{\text{п}} = 10\text{см}$.

$S = 0,7\text{см} < S_{\text{п}} = 10\text{см}$ – условие выполняется.

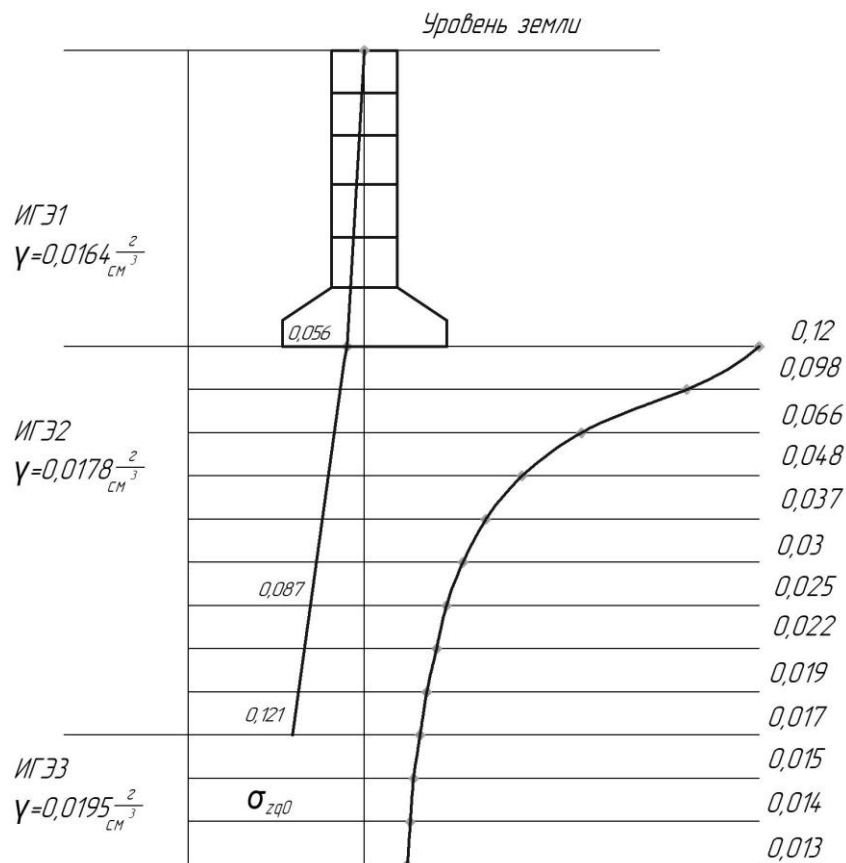


Рисунок 12 - Схема осадок фундамента

3.3 Расчет стропильной системы в программе «Ли́ра-САПР»

1. Сбор нагрузок.

1.1. Природно-климатические условия;

- строительно-климатическая зона – I В по СП 131.13330.2012;
- абсолютная минимальная температура воздуха – минус 48°C;
- абсолютная максимальная температура воздуха – плюс 40°C;

– средняя минимальная температура воздуха наиболее холодной пятидневки: обеспеченностью 0,98 – минус 36°C;

– Снеговой район – III;

– Ветровой район – II;

1.2. Коэффициенты надёжности и условий работы.

Коэффициент по ответственности: $\gamma_n = 1.0$ (нормальный уровень по ГОСТ 27751).

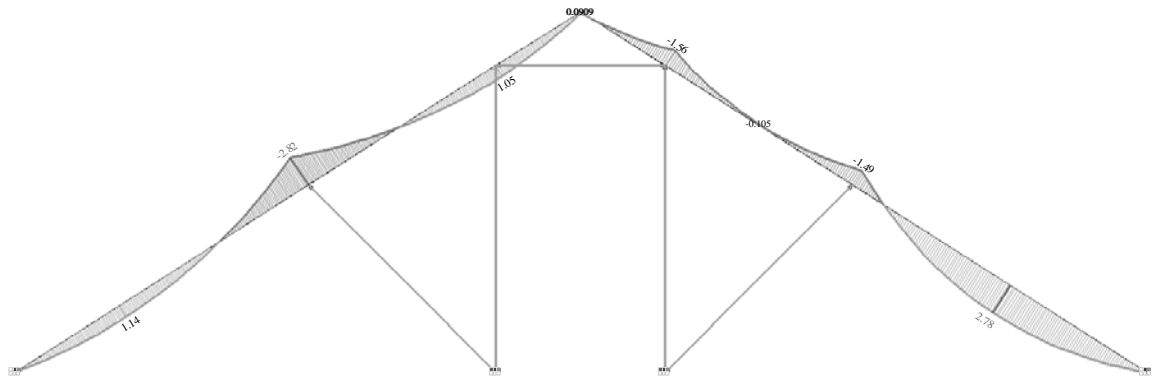
1.3. Тип местности;

В – городские территории, лесные массивы и другие местности, равномерно покрытые препятствиями высотой более 10м.

Сооружение считается расположенным в местности данного типа, если эта местность сохраняется с наветренной стороны сооружения на расстоянии $30h$ – при высоте сооружения $h < 60$ м и на расстоянии 2 км – при $h > 60$ м.

1.4. Нагрузки;

Вид нагрузки	Наименование и состав нагрузок	Нормативное значение	γ_f	Расчётное значение
Кровля				
	Вес кровли, кН/м ²	0,4	1,3	0,52
Кратковременные	Снег (Снеговой район III), кН/м ²	1,5	1,4	2,1



Z
└─X

Минимальное значение: -2.82008; Максимальное значение: 2.77563

Расчет изгибаемого элемента прямоугольного сечения (стропила)

Информация о расчете:

Расчет выполнен в соответствии с: п. 7.2 СП 64.13330.2017 "Деревянные конструкции";

Исходные данные:

Условия эксплуатации:

– Температура воздуха при которой эксплуатируется конструкция $t_B = -6,6$ °С;

Сечение элемента:

- Высота сечения $h = 20 \text{ см} = 20 / 100 = 0,2 \text{ м}$;
- Ширина сечения $b = 7,5 \text{ см} = 7,5 / 100 = 0,075 \text{ м}$;

Усилия:

– Изгибающий момент $M = 0,28246 \text{ тс м} = 0,28246 / 101,97162123 = 0,00277$ МН м;

– Нормальная сила $N = 0 \text{ тс} = 0 / 101,97162123 = 0$ МН;

– Поперечная сила $Q = 0 \text{ тс} = 0 / 101,97162123 = 0$ МН;

						ФТТ-408.08.03.01.2021.450 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Кол.уч	№док.	Лист	Подпись	Дата		50

Результаты расчета:

1) Расчет изгибаемого элемента на прочность.

Элемент – изгибаемый.

2) Расчетное сопротивление древесины.

Материал элемента – древесина.

Порода древесины – сосна.

Переходной коэффициент прочности основных пород древесины (сосны, ели) по табл.5 принимается по табл. 5

$$m_{II} = 1 .$$

Сечение – прямоугольное.

Сорт древесины – 2.

Расчетное сопротивление изгибу влажностью 12 % для режима нагружения А принимается по табл. 3

$$R_{A_{II}} = 19,5 \text{ МПа} .$$

Расчетное сопротивление сжатию влажностью 12 % для режима нагружения А:

$$R_{A_{C}} = R_{A_{II}} = 19,5 \text{ МПа} .$$

Расчетное сопротивление смятию влажностью 12 % для режима нагружения А:

$$R_{A_{CM}} = R_{A_{II}} = 19,5 \text{ МПа} .$$

Расчетное сопротивление изгибу влажностью 12 % для режима нагружения А:

$$R_{A_{II}} = m_{II} R_{A_{II}} = 1 \cdot 19,5 = 19,5 \text{ МПа} .$$

Расчетное сопротивление сжатию влажностью 12 % для режима нагружения А:

$$R_{A_{C}} = m_{II} R_{A_{C}} = 1 \cdot 19,5 = 19,5 \text{ МПа} .$$

Расчетное сопротивление смятию влажностью 12 % для режима нагружения А:

$$R_{A_{CM}} = m_{II} R_{A_{CM}} = 1 \cdot 19,5 = 19,5 \text{ МПа} .$$

						ФТТ-408.08.03.01.2021.450 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Кол.уч	№док.	Лист	Подпись	Дата		51

3) Учет условий работы древесины на значения расчетных сопротивлений.

Коэффициент, учитывающий срок службы сооружения принимается по табл. 13 в зависимости от t_{cc}

$$m_{cc} = 1 .$$

4) Определение условий эксплуатации конструкций.

Конструкция эксплуатируется – внутри неотапливаемых помещений.

Зона влажности – нормальная.

Температурно–влажностные условия эксплуатации конструкции –3.2

5) Продолжение расчета по п. п. 6.9 СП 64.13330.2017

В зависимости от температурно–влажностных условий эксплуатации (3.2) m_b
 $= 0,9$

Т.к. $t_{в} \geq 35 \text{ }^\circ\text{C}$:

Коэффициент, учитывающий условия эксплуатации при повышенной температуре (п. 3.2б):

$$m_T = 1 .$$

Прогрессирующее разрушение – не рассматривается в данном расчете.

Расчет – с учетом изменения 2 к СП 64.13330.2017.

Режим нагружения – Г. Совместное действие постоянной и кратковременной снеговой нагрузок.

Коэффициент длительной прочности:

$$m_{дл} = 0,66 .$$

6) Продолжение расчета по п. п. 6.9 СП 64.13330.2017

Глубокая пропитка антипиренами – имеется.

Коэффициент, учитывающий пропитку антипиренами:

$$m_a = 0,9 .$$

Коэффициент, учитывающий ослабления изгибаемого сечения (п. 5.2е):

$$m_o = 1 .$$

Элемент – цельный.

Коэффициент для сечений высотой более 50 см:

						ФТТ-408.08.03.01.2021.450 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Кол.уч	№док.	Лист	Подпись	Дата		52

$$m_b = 1 .$$

Коэффициент, учитывающий толщину слоев в клееных элементах:

$$m_{сл} = 1 .$$

Элемент – прямой.

Коэффициент для гнутых элементов:

$$m_{гн} = 1 .$$

Сейсмичность площадки строительства – не более 6 баллов.

Коэффициент условия работы по п. 5.14 СП 14.13330.2011 "Строительство в сейсмических районах":

$$m_{кр} = 1 .$$

Элемент – не является элементом опор ЛЭП.

Коэффициент для опор воздушных линий электропередачи:

$$m_{ЛЭП} = 1 .$$

Произведение коэффициентов условий работы:

$$\begin{aligned} \Pi m_i &= m_{кр} m_b m_{сл} m_{гн} m_{сс} m_{ЛЭП} = \\ &= 1 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,81 . \end{aligned}$$

Расчетное сопротивление изгибу:

$$R_{и} = R A_{и} m_{дл} \Pi m_i = 19,5 \cdot 0,66 \cdot 0,81 = 10,4247 \text{ МПа (формула (1); п. 6.9) .}$$

Произведение коэффициентов условий работы:

$$\begin{aligned} \Pi m_i &= m_{кр} m_b m_{сл} m_{гн} m_{сс} m_{ЛЭП} = \\ &= 1 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,81 . \end{aligned}$$

Расчетное сопротивление сжатию:

$$R_{с} = R A_{с} m_{дл} \Pi m_i = 19,5 \cdot 0,66 \cdot 0,81 = 10,4247 \text{ МПа (формула (1); п. 6.9) .}$$

Произведение коэффициентов условий работы:

$$\Pi m_i = m_{кр} m_b m_{сл} m_{гн} m_{сс} m_{ЛЭП} = 1 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 1 = 0,81 .$$

Расчетное сопротивление смятию:

$$R_{см} = R A_{см} m_{дл} \Pi m_i = 19,5 \cdot 0,66 \cdot 0,81 = 10,4247 \text{ МПа (формула (1); п. 6.9) .}$$

						ФТТ-408.08.03.01.2021.450 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Кол.уч	№док.	Лист	Подпись	Дата		53

7) Продолжение расчета по п. п. 7.9 СП 64.13330.2017

Момент сопротивления сечения брутто:

$$W_{бр} = b h^2/6 = 0,075 \cdot 0,2^2/6 = 0,0005 \text{ м}^3 = 500 \text{ см}^3 .$$

Ослабления сечения – отсутствуют.

Момент сопротивления сечения нетто:

$$W_{нт} = W_{бр} = 0,0005 \text{ м}^3 = 500 \text{ см}^3 .$$

Расчетный момент сопротивления сечения:

$$W_{расч} = W_{нт} = 0,0005 \text{ м}^3 = 500 \text{ см}^3 .$$

$M / W_{расч} = 0,00277/0,0005 = 5,54 \text{ МПа}$ и $R_{И} = 10,4247 \text{ МПа}$ (53,14302% от предельного значения) – условие выполнено (формула (23); п. п. 7.9).

8) Расчет изгибаемых элементов на прочность по скалыванию.

Расчетная ширина сечения:

$$b_{рас} = b = 0,075 \text{ м} = 7,5 \text{ см} .$$

Статический момент брутто сдвигаемой части сечения:

$$S_{бр} = (b h/2) (h/4) = (0,075 \cdot 0,2/2) \cdot (0,2/4) = 0,000375 \text{ м}^3 = 375 \text{ см}^3 .$$

Момент инерции сечения брутто:

$$I_{бр} = b h^3/12 = 0,075 \cdot 0,2^3/12 = 0,00005 \text{ м}^4 = 5000 \text{ см}^4 .$$

Направление скалывания – поперек волокон древесины.

9) Расчетное сопротивление древесины скалыванию.

Переходной коэффициент прочности основных пород древесины при расчете на скалывание принимается по табл. 5

$$m_{п} = 1 .$$

Расчетное сопротивление скалыванию поперек волокон влажностью 12 % для режима нагружения А принимается по табл. 3

$$R_{A_{ск90}} = 1,2 \text{ МПа} .$$

Расчетное сопротивление скалыванию поперек волокон влажностью 12 % для режима нагружения А:

$$R_{A_{ск90}} = m_{п} R_{A_{ск90}} = 1 \cdot 1,2 = 1,2 \text{ МПа} .$$

						ФТТ-408.08.03.01.2021.450 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Кол.уч	№док.	Лист	Подпись	Дата		54

10) Учет влияния работы древесины на значение расчетного сопротивления скалыванию.

Коэффициент, учитывающий срок службы сооружения принимается по табл. 13 в зависимости от t_{cc}

$$m_{cc} = 1 .$$

11) Продолжение расчета по п. п. 6.9 СП 64.13330.2017

Коэффициент, учитывающий толщину слоев в клееных элементах:

$$m_{сл} = 1 .$$

Коэффициент для опор воздушных линий электропередачи:

$$m_{ЛЭП} = 1 .$$

Произведение коэффициентов условий работы:

$$\begin{aligned} \Pi m_i &= m_{кр} m_{в} m_{т} m_{а} m_{сл} m_{cc} m_{ЛЭП} = \\ &= 1 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,81 . \end{aligned}$$

Расчетное сопротивление скалыванию поперек волокон:

$$R_{ск90} = R A_{ск90} m_{дл} \Pi m_i = 1,2 \cdot 0,66 \cdot 0,81 = 0,64152 \text{ МПа (формула (1); п. 6.9).}$$

12) Продолжение расчета по п. п. 7.10 СП 64.13330.2017

$$Q_{ult} = R_{ск} I_{бр} b_{рас} / S_{бр} = 0,64152 \cdot 0,00005 \cdot 0,075 / 0,000375 = 0,00642 \text{ МН} = 0,65 \text{ тс} .$$

$$Q S_{бр} / (I_{бр} b_{рас}) = 0 \cdot 0,000375 / (0,00005 \cdot 0,075) = 0 \text{ МПа} \text{ и } R_{ск} = 0,64152 \text{ МПа (0\% от предельного значения) – условие выполнено (формула (24); п. п. 7.10).}$$

13) Расчет на устойчивость изгибаемых элементов прямоугольного сечения

Расстояние между точками закрепления из плоскости изгиба:

$$l_p = l_y = 4,34 \text{ м} = 434 \text{ см} .$$

Закрепления растянутой зоны из плоскости деформирования – отсутствуют.

$$k_{пМ} = 1 .$$

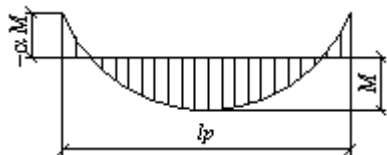
Момент сопротивления сечения брутто:

$$W_{бр} = b h^2 / 6 = 0,075 \cdot 0,2^2 / 6 = 0,0005 \text{ м}^3 = 500 \text{ см}^3 .$$

						ФТТ-408.08.03.01.2021.450 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Кол.уч	№док.	Лист	Подпись	Дата		55

Элемент – постоянного сечения.

Схема эпюры изгибающих моментов по табл. Е.1 – 3.



$$k_{\phi} = 1,13 - a (0,12 + 0,02 a) = 1,13 - 0,55 \cdot (0,12 + 0,02 \cdot -0,55) = 1,18995 .$$

$a \leq -2$ (27,5% от предельного значения) – условие выполнено .

$a \geq 0$ – условие выполнено .

14) Продолжение расчета по п. п. 7.14 СП 64.13330.2017

$$f_M = 140 b^2 k_{\phi} / (l_p h) =$$

$$= 140 \cdot 0,075^2 \cdot 1,18995 / (4,34 \cdot 0,2) = 1,07959 \text{ (формула (31); п. 7.14)} .$$

$$f_M = f_M k_{\text{ПМ}} = 1,07959 \cdot 1 = 1,07959 .$$

$M / (f_M W_{\text{бр}}) = 0,00277 / (1,07959 \cdot 0,0005) = 5,13158 \text{ МПа}$ $R_{\text{И}} = 10,4247 \text{ МПа}$
(49,22519% от предельного значения) – условие выполнено (формула (30); п. п. 7.14).

Расчет изгибаемого элемента прямоугольного сечения (стропила)

Информация о расчете:

Расчет выполнен в соответствии с: п.п. 7.9; 7.10; 7.14 СП 64.13330.2017 "Деревянные конструкции";

Исходные данные:

Условия эксплуатации:

– Температура воздуха при которой эксплуатируется конструкция $t_{\text{в}} = -6,6$ °С;

Сечение элемента:

– Высота сечения $h = 20 \text{ см} = 20 / 100 = 0,2 \text{ м}$;

– Ширина сечения $b = 7,5 \text{ см} = 7,5 / 100 = 0,075 \text{ м}$;

Усилия:

						ФТТ-408.08.03.01.2021.450 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Кол.уч	№док.	Лист	Подпись	Дата		56

– Изгибающий момент $M = 0,159 \text{ тс м} = 0,159 / 101,97162123 = 0,00156 \text{ МН}$

м;

– Нормальная сила $N = 0,88 \text{ тс} = 0,88 / 101,97162123 = 0,00863 \text{ МН}$;

– Поперечная сила $Q = 0,441 \text{ тс} = 0,441 / 101,97162123 = 0,00432 \text{ МН}$;

Результаты расчета:

1) Расчет изгибаемого элемента на прочность.

Элемент – изгибаемый.

2) Расчетное сопротивление древесины.

Материал элемента – древесина.

Порода древесины – сосна.

Переходной коэффициент прочности основных пород древесины (сосны, ели) по табл.5 принимается по табл. 5

$$m_{II} = 1 .$$

Сечение – прямоугольное.

Сорт древесины – 2.

Расчетное сопротивление изгибу влажностью 12 % для режима нагружения А принимается по табл. 3

$$R_{A_{II}} = 19,5 \text{ МПа} .$$

Расчетное сопротивление сжатию влажностью 12 % для режима нагружения А:

$$R_{A_{C}} = R_{A_{II}} = 19,5 \text{ МПа} .$$

Расчетное сопротивление смятию влажностью 12 % для режима нагружения А:

$$R_{A_{CM}} = R_{A_{II}} = 19,5 \text{ МПа} .$$

Расчетное сопротивление изгибу влажностью 12 % для режима нагружения А:

$$R_{A_{II}} = m_{II} R_{A_{II}} = 1 \cdot 19,5 = 19,5 \text{ МПа} .$$

Расчетное сопротивление сжатию влажностью 12 % для режима нагружения А:

						ФТТ-408.08.03.01.2021.450 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Кол.уч	№док.	Лист	Подпись	Дата		57

$$R A_c = m_{II} R A_c = 1 \cdot 19,5 = 19,5 \text{ МПа} .$$

Расчетное сопротивление смятию влажностью 12 % для режима нагружения

А:

$$R A_{сМ} = m_{II} R A_{сМ} = 1 \cdot 19,5 = 19,5 \text{ МПа} .$$

3) Учет условий работы древесины на значения расчетных сопротивлений.

Коэффициент, учитывающий срок службы сооружения принимается по табл. 13 в зависимости от $t_{сС}$

$$m_{сС} = 1 .$$

4) Определение условий эксплуатации конструкций.

Конструкция эксплуатируется – внутри неотапливаемых помещений.

Зона влажности – нормальная.

Температурно–влажностные условия эксплуатации конструкции –3.2

5) Продолжение расчета по п. п. 6.9 СП 64.13330.2017

В зависимости от температурно–влажностных условий эксплуатации (3.2) m_B
 $= 0,9$

Т.к. $t_B \geq 35 \text{ }^\circ\text{C}$:

Коэффициент, учитывающий условия эксплуатации при повышенной температуре (п. 3.2б):

$$m_T = 1 .$$

Прогрессирующее разрушение – не рассматривается в данном расчете.

Расчет – с учетом изменения 2 к СП 64.13330.2017.

Режим нагружения – Г. Совместное действие постоянной и кратковременной снеговой нагрузок.

Коэффициент длительной прочности:

$$m_{дл} = 0,66 .$$

б) Продолжение расчета по п. п. 6.9 СП 64.13330.2017

Глубокая пропитка антипиренами – имеется.

Коэффициент, учитывающий пропитку антипиренами:

$$m_a = 0,9 .$$

						ФТТ-408.08.03.01.2021.450 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Кол.уч	№док.	Лист	Подпись	Дата		58

Коэффициент, учитывающий ослабления изгибаемого сечения (п. 5.2e):

$$m_0 = 1 .$$

Элемент – цельный.

Коэффициент для сечений высотой более 50 см:

$$m_b = 1 .$$

Коэффициент, учитывающий толщину слоев в клееных элементах:

$$m_{сл} = 1 .$$

Элемент – прямой.

Коэффициент для гнутых элементов:

$$m_{гн} = 1 .$$

Сейсмичность площадки строительства – не более 6 баллов.

Коэффициент условия работы по п. 5.14 СП 14.13330.2011 "Строительство в сейсмических районах":

$$m_{кр} = 1 .$$

Элемент – не является элементом опор ЛЭП.

Коэффициент для опор воздушных линий электропередачи:

$$m_{ЛЭП} = 1 .$$

Произведение коэффициентов условий работы:

$$\begin{aligned} \Pi m_i &= m_{кр} m_b m_T m_a m_0 m_b m_{сл} m_{гн} m_{сс} m_{ЛЭП} = \\ &= 1 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,81 . \end{aligned}$$

Расчетное сопротивление изгибу:

$$R_{и} = R A_{и} m_{дл} \Pi m_i = 19,5 \cdot 0,66 \cdot 0,81 = 10,4247 \text{ МПа (формула (1); п. 6.9) .}$$

Произведение коэффициентов условий работы:

$$\begin{aligned} \Pi m_i &= m_{кр} m_b m_T m_a m_b m_{сл} m_{гн} m_{сс} m_{ЛЭП} = \\ &= 1 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,81 . \end{aligned}$$

Расчетное сопротивление сжатию:

$$R_c = R A_c m_{дл} \Pi m_i = 19,5 \cdot 0,66 \cdot 0,81 = 10,4247 \text{ МПа (формула (1); п. 6.9) .}$$

Произведение коэффициентов условий работы:

$$\Pi m_i = m_{кр} m_b m_T m_a m_{сс} m_{ЛЭП} = 1 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 1 = 0,81 .$$

						ФТТ-408.08.03.01.2021.450 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Кол.уч	№док.	Лист	Подпись	Дата		59

Расчетное сопротивление смятию:

$$R_{см} = R_{A_{см}} m_{дл} \Pi m_i = 19,5 \cdot 0,66 \cdot 0,81 = 10,4247 \text{ МПа (формула (1); п. 6.9).}$$

7) Продолжение расчета по п. п. 7.9 СП 64.13330.2017

Момент сопротивления сечения брутто:

$$W_{бр} = b h^2/6 = 0,075 \cdot 0,2^2/6 = 0,0005 \text{ м}^3 = 500 \text{ см}^3 .$$

Ослабления сечения – отсутствуют.

Момент сопротивления сечения нетто:

$$W_{нт} = W_{бр} = 0,0005 \text{ м}^3 = 500 \text{ см}^3 .$$

Расчетный момент сопротивления сечения:

$$W_{расч} = W_{нт} = 0,0005 \text{ м}^3 = 500 \text{ см}^3 .$$

$M / W_{расч} = 0,00156/0,0005 = 3,11851 \text{ МПа}$ и $R_{и} = 10,4247 \text{ МПа}$ (29,91467% от предельного значения) – условие выполнено (формула (23); п. п. 7.9).

8) Расчет изгибаемых элементов на прочность по скалыванию.

Расчетная ширина сечения:

$$b_{рас} = b = 0,075 \text{ м} = 7,5 \text{ см} .$$

Статический момент брутто сдвигаемой части сечения:

$$S_{бр} = (b h/2) (h/4) = (0,075 \cdot 0,2/2) \cdot (0,2/4) = 0,000375 \text{ м}^3 = 375 \text{ см}^3 .$$

Момент инерции сечения брутто:

$$I_{бр} = b h^3/12 = 0,075 \cdot 0,2^3/12 = 0,00005 \text{ м}^4 = 5000 \text{ см}^4 .$$

Направление скалывания – поперек волокон древесины.

9) Расчетное сопротивление древесины скалыванию.

Переходной коэффициент прочности основных пород древесины при расчете на скалывание принимается по табл. 5

$$m_{ц} = 1 .$$

Расчетное сопротивление скалыванию поперек волокон влажностью 12 % для режима нагружения А принимается по табл. 3

$$R_{A_{ск90}} = 1,2 \text{ МПа} .$$

						ФТТ-408.08.03.01.2021.450 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Кол.уч	№док.	Лист	Подпись	Дата		60

Расчетное сопротивление скалыванию поперек волокон влажностью 12 % для режима нагружения А:

$$R_{A_{СК90}} = m_{П} R_{A_{СК90}} = 1 \cdot 1,2 = 1,2 \text{ МПа} .$$

10) Учет влияния работы древесины на значение расчетного сопротивления скалыванию.

Коэффициент, учитывающий срок службы сооружения принимается по табл. 13 в зависимости от $t_{сс}$

$$m_{сс} = 1 .$$

11) Продолжение расчета по п. п. 6.9 СП 64.13330.2017

Коэффициент, учитывающий толщину слоев в клееных элементах:

$$m_{сл} = 1 .$$

Коэффициент для опор воздушных линий электропередачи:

$$m_{ЛЭП} = 1 .$$

Произведение коэффициентов условий работы:

$$\begin{aligned} m_{и} &= m_{кр} m_{в} m_{т} m_{а} m_{сл} m_{сс} m_{ЛЭП} = \\ &= 1 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,81 . \end{aligned}$$

Расчетное сопротивление скалыванию поперек волокон:

$$R_{СК90} = R_{A_{СК90}} m_{дл} m_{и} = 1,2 \cdot 0,66 \cdot 0,81 = 0,64152 \text{ МПа (формула (1); п. 6.9).}$$

12) Продолжение расчета по п. п. 7.10 СП 64.13330.2017

$$Q_{ult} = R_{СК} I_{бр} b_{рас} / S_{бр} = 0,64152 \cdot 0,00005 \cdot 0,075 / 0,000375 = 0,00642 \text{ МН} = 0,65 \text{ тс} .$$

$$Q S_{бр} / (I_{бр} b_{рас}) = 0,00432 \cdot 0,000375 / (0,00005 \cdot 0,075) = 0,43247 \text{ МПа} \text{ и } R_{СК} = 0,64152 \text{ МПа (67,41384\% от предельного значения) – условие выполнено (формула (24); п. п. 7.10).}$$

13) Расчет на устойчивость изгибаемых элементов прямоугольного сечения

Расстояние между точками закрепления из плоскости изгиба:

$$l_p = l_y = 2,77 \text{ м} = 277 \text{ см} .$$

						ФТТ-408.08.03.01.2021.450 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Кол.уч	№док.	Лист	Подпись	Дата		61

Закрепления растянутой зоны из плоскости деформирования – отсутствуют.

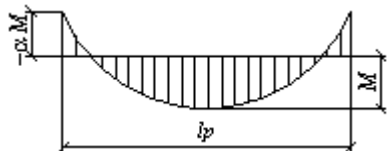
$$k_{пМ} = 1 .$$

Момент сопротивления сечения брутто:

$$W_{бр} = b h^2 / 6 = 0,075 \cdot 0,2^2 / 6 = 0,0005 \text{ м}^3 = 500 \text{ см}^3 .$$

Элемент – постоянного сечения.

Схема эпюры изгибающих моментов по табл. Е.1 – 3.



$$k_{\phi} = 1,13 - a (0,12 + 0,02 a) = 1,13 - 0,55 \cdot (0,12 + 0,02 \cdot -0,55) = 1,18995 .$$

$a \leq -2$ (27,5% от предельного значения) – условие выполнено .

$a \geq 0$ – условие выполнено .

14) Продолжение расчета по п. п. 7.14 СП 64.13330.2017

$$f_M = 140 b^2 k_{\phi} / (l_p h) =$$

$$= 140 \cdot 0,075^2 \cdot 1,18995 / (2,77 \cdot 0,2) = 1,69149 \text{ (формула (31); п. 7.14) .}$$

$$f_M = f_M k_{пМ} = 1,69149 \cdot 1 = 1,69149 .$$

$M / (f_M W_{бр}) = 0,00156 / (1,69149 \cdot 0,0005) = 1,84365 \text{ МПа}$ и $R_{И} = 10,4247 \text{ МПа}$
(17,6854% от предельного значения) – условие выполнено (формула (30); п. п. 7.14).

Расчет центрально–растянутого элемента (затяжка)

Исходные данные:

Условия эксплуатации:

– Температура воздуха при которой эксплуатируется конструкция $t_{в} = -6,6$
°С;

Сечение элемента:

– Высота сечения $h = 10 \text{ см} = 10 / 100 = 0,1 \text{ м}$;

– Ширина сечения $b = 5 \text{ см} = 5 / 100 = 0,05 \text{ м}$;

						ФТТ-408.08.03.01.2021.450 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Кол.уч	№док.	Лист	Подпись	Дата		62

Усилия:

– Нормальная сила $N = 0,52 \text{ тс} = 0,52 / 101,97162123 = 0,0051 \text{ МН}$;

Результаты расчета:

1) Расчет центрально-растянутых элементов. (начало расчета)

Сечение – прямоугольное.

Площадь сечения брутто:

$$F_{\text{бр}} = b \cdot h = 0,05 \cdot 0,1 = 0,005 \text{ м}^2 = 50 \text{ см}^2 .$$

Ослабления сечения – отсутствуют.

Площадь сечения нетто:

$$F_{\text{нт}} = F_{\text{бр}} = 0,005 \text{ м}^2 = 50 \text{ см}^2 .$$

Элемент – растянутый.

Материал элемента – древесина.

Направление растяжения – вдоль волокон древесины.

Коэффициент, учитывающий срок службы сооружения принимается по табл. 13 в зависимости от $t_{\text{сс}}$

$$m_{\text{сс}} = 1 .$$

2) Расчетное сопротивление древесины растяжению.

Порода древесины – сосна.

Переходной коэффициент прочности основных пород древесины (сосны, ели) по табл.5 принимается по табл. 5

$$m_{\text{п}} = 1 .$$

Элемент – цельный.

Сорт древесины – 2.

Расчетное сопротивление растяжению влажностью 12 % для режима нагружения А принимается по табл. 3

$$R_{A_p} = 10,5 \text{ МПа} .$$

Конструкция – построечного изготовления.

Требуется снижение R_{A_p} на 30% (п. 1 прим. к табл. 3)

						ФТТ-408.08.03.01.2021.450 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Кол.уч	№док.	Лист	Подпись	Дата		63

Расчетное сопротивление растяжению влажностью 12 % для режима нагружения А:

$$R_{A_p} = 0,7 m_{п} R_{A_p} = 0,7 \cdot 1 \cdot 10,5 = 7,35 \text{ МПа} .$$

3) Учет влияния условий работы древесины на значение расчетного сопротивления растяжению.

Сейсмичность площадки строительства – не более 6 баллов.

Коэффициент условия работы по п. 5.14 СП 14.13330.2011 "Строительство в сейсмических районах":

$$m_{кр} = 1 .$$

4) Определение условий эксплуатации конструкций.

Конструкция эксплуатируется – внутри неотапливаемых помещений.

Зона влажности – нормальная.

Температурно–влажностные условия эксплуатации конструкции –3.2

5) Продолжение расчета по п. п. 6.9 СП 64.13330.2017

В зависимости от температурно–влажностных условий эксплуатации (3.2) $m_B = 0,9$

Т.к. $t_B \geq 35 \text{ }^\circ\text{C}$:

Коэффициент, учитывающий условия эксплуатации при повышенной температуре (п. 3.2б):

$$m_T = 1 .$$

Прогрессирующее разрушение – не рассматривается в данном расчете.

Расчет – с учетом изменения 2 к СП 64.13330.2017.

Режим нагружения – Г. Совместное действие постоянной и кратковременной снеговой нагрузок.

Коэффициент длительной прочности:

$$m_{дл} = 0,66 .$$

6) Продолжение расчета по п. п. 6.9 СП 64.13330.2017

Глубокая пропитка антипиренами – имеется.

Коэффициент, учитывающий пропитку антипиренами:

						ФТТ-408.08.03.01.2021.450 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Кол.уч	№док.	Лист	Подпись	Дата		64

$$m_a = 0,9 .$$

Коэффициент, учитывающий ослабления растянутого сечения (п. 5.2e):

$$m_o = 1 .$$

7) Продолжение расчета по п. п. 6.1 СП 64.13330.2017

Элемент – прямой.

Коэффициент для гнутых элементов:

$$m_{гн} = 1 .$$

Элемент – не является элементом опор ЛЭП.

Коэффициент для опор воздушных линий электропередачи:

$$m_{ЛЭП} = 1 .$$

8) Продолжение расчета по п. п. 6.1 СП 64.13330.2017

Произведение коэффициентов условий работы:

$$\begin{aligned} \Pi m_i &= m_{кр} m_b m_T m_a m_o m_{гн} m_{сс} m_{ЛЭП} = \\ &= 1 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,81 . \end{aligned}$$

Расчетное сопротивление растяжению:

$$R_p = R A_p m_{дл} \Pi m_i = 7,35 \cdot 0,66 \cdot 0,81 = 3,92931 \text{ МПа (формула (1); п. 6.1)} .$$

9) Продолжение расчета по п. п. 7.1 СП 64.13330.2017

$N/F_{нт} = 0,0051/0,005 = 1,02 \text{ МПа}$ и $R_p = 3,92931 \text{ МПа}$ (25,95876% от предельного значения) – условие выполнено (формула (10); п. п. 7.1).

10) Проверка по гибкости

Элемент – соединяется с пересекающимися элементами.

Расчетная длина ветви элемента:

$$l_{ох} = l_x = 2,1 \text{ м} = 210 \text{ см} .$$

Пересекающийся элемент – сжат.

Расчетная длина ветви элемента:

$$l_{оу} = l = 2,1 \text{ м} = 210 \text{ см} .$$

Момент инерции сечения относительно оси x:

$$I_x = b h^3/12 = 0,05 \cdot 0,1^3/12 = 0,000004167 \text{ м}^4 = 416,7 \text{ см}^4 .$$

						ФТТ-408.08.03.01.2021.450 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Кол.уч	№док.	Лист	Подпись	Дата		65

Момент инерции сечения относительно оси у:

$$I_y = b^3 h / 12 = 0,05^3 \cdot 0,1 / 12 = 0,000001042 \text{ м}^4 = 104,2 \text{ см}^4 .$$

Площадь сечения брутто:

$$F_{бр} = b h = 0,05 \cdot 0,1 = 0,005 \text{ м}^2 = 50 \text{ см}^2 .$$

Радиус инерции сечения относительно оси х:

$$r_x = \sqrt{I_x / F_{бр}} = \sqrt{0,000004167 / 0,005} = 0,02887 \text{ м} = 2,89 \text{ см} .$$

Радиус инерции сечения относительно оси у:

$$r_y = \sqrt{I_y / F_{бр}} = \sqrt{0,000001042 / 0,005} = 0,01444 \text{ м} = 1,44 \text{ см} .$$

Гибкость элемента:

$$l_x = l_{ox} / r_x = 2,1 / 0,02887 = 72,73987 .$$

Гибкость элемента:

$$l_y = l_{oy} / r_y = 2,1 / 0,01444 = 145,42936 .$$

Тип элемента – растянутый элемент связи.

Гибкость элемента:

$$l = \max(l_x ; l_y) = \max(72,73987; 145,4294) = 145,4294 .$$

Предельная гибкость:

$$l_{max} = 200 .$$

$$l = 145,4294 < l_{max} = 200 \text{ (72,7147\% от предельного значения)} - \text{условие}$$

выполнено .

Расчет центрально–сжатого элемента постоянного сечения (раскос)

Исходные данные:

Условия эксплуатации:

– Температура воздуха при которой эксплуатируется конструкция $t_B = -6,6$ °С;

Сечение элемента:

– Высота сечения $h = 10 \text{ см} = 10 / 100 = 0,1 \text{ м}$;

– Ширина сечения $b = 10 \text{ см} = 10 / 100 = 0,1 \text{ м}$;

						ФТТ-408.08.03.01.2021.450 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Кол.уч	№док.	Лист	Подпись	Дата		66

Продольные размеры:

– Длина элемента (длина пролета или вылет консоли)

$$l = 331 \text{ см} = 331 / 100 = 3,31 \text{ м};$$

– Максимальное расстояние между точками закрепления элемента в плоскости конструкции

$$l_x = 331 \text{ см} = 331 / 100 = 3,31 \text{ м};$$

Усилия:

– Нормальная сила $N = -0,583 \text{ тс} = -0,583 / 101,97162123 = -0,00572 \text{ МН};$

Результаты расчета:

1) Расчет центрально-сжатых элементов сплошного сечения.

Элемент – постоянного сечения.

Сечение – прямоугольное.

Площадь сечения брутто:

$$F_{бр} = b h = 0,1 \cdot 0,1 = 0,01 \text{ м}^2 = 100 \text{ см}^2 .$$

Ослабления сечения – отсутствуют.

Площадь сечения нетто:

$$F_{нт} = F_{бр} = 0,01 \text{ м}^2 = 100 \text{ см}^2 .$$

Элемент – сжатый.

2) Расчетное сопротивление древесины.

Материал элемента – древесина.

Порода древесины – сосна.

Переходной коэффициент прочности основных пород древесины (сосны, ели) по табл.5 принимается по табл. 5

$$m_{II} = 1 .$$

Сорт древесины – 2.

Расчетное сопротивление изгибу влажностью 12 % для режима нагружения А принимается по табл. 3

$$R_{A_{II}} = 19,5 \text{ МПа} .$$

						ФТТ-408.08.03.01.2021.450 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Кол.уч	№док.	Лист	Подпись	Дата		67

Расчетное сопротивление сжатию влажностью 12 % для режима нагружения

А:

$$R A_c = R A_{II} = 19,5 \text{ МПа} .$$

Расчетное сопротивление смятию влажностью 12 % для режима нагружения

А:

$$R A_{cm} = R A_{II} = 19,5 \text{ МПа} .$$

Расчетное сопротивление изгибу влажностью 12 % для режима нагружения

А:

$$R A_{II} = m_{II} R A_{II} = 1 \cdot 19,5 = 19,5 \text{ МПа} .$$

Расчетное сопротивление сжатию влажностью 12 % для режима нагружения

А:

$$R A_c = m_{II} R A_c = 1 \cdot 19,5 = 19,5 \text{ МПа} .$$

Расчетное сопротивление смятию влажностью 12 % для режима нагружения

А:

$$R A_{cm} = m_{II} R A_{cm} = 1 \cdot 19,5 = 19,5 \text{ МПа} .$$

3) Учет условий работы древесины на значения расчетных сопротивлений.

Коэффициент, учитывающий срок службы сооружения принимается по табл. 13 в зависимости от t_{cc}

$$m_{cc} = 1 .$$

4) Определение условий эксплуатации конструкций.

Конструкция эксплуатируется – внутри неотапливаемых помещений.

Зона влажности – нормальная.

Температурно–влажностные условия эксплуатации конструкции –3.2

5) Продолжение расчета по п. п. 6.9 СП 64.13330.2017

В зависимости от температурно–влажностных условий эксплуатации (3.2) m_b
 $= 0,9$

Т.к. $t_b \geq 35 \text{ }^\circ\text{C}$:

Коэффициент, учитывающий условия эксплуатации при повышенной температуре (п. 3.2б):

						ФТТ-408.08.03.01.2021.450 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Кол.уч	№док.	Лист	Подпись	Дата		68

$$m_T = 1 .$$

Прогрессирующее разрушение – не рассматривается в данном расчете.

Расчет – с учетом изменения 2 к СП 64.13330.2017.

Режим нагружения – Г. Совместное действие постоянной и кратковременной снеговой нагрузок.

Коэффициент длительной прочности:

$$m_{дл} = 0,66 .$$

б) Продолжение расчета по п. п. 6.9 СП 64.13330.2017

Глубокая пропитка антипиренами – имеется.

Коэффициент, учитывающий пропитку антипиренами:

$$m_a = 0,9 .$$

Коэффициент, учитывающий ослабления изгибаемого сечения (п. 5.2e):

$$m_o = 1 .$$

Элемент – цельный.

Коэффициент для сечений высотой более 50 см:

$$m_b = 1 .$$

Коэффициент, учитывающий толщину слоев в клееных элементах:

$$m_{сл} = 1 .$$

Элемент – прямой.

Коэффициент для гнутых элементов:

$$m_{гн} = 1 .$$

Сейсмичность площадки строительства – не более 6 баллов.

Коэффициент условия работы по п. 5.14 СП 14.13330.2011 "Строительство в сейсмических районах":

$$m_{кр} = 1 .$$

Элемент – не является элементом опор ЛЭП.

Коэффициент для опор воздушных линий электропередачи:

$$m_{ЛЭП} = 1 .$$

Произведение коэффициентов условий работы:

						ФТТ-408.08.03.01.2021.450 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Кол.уч	№док.	Лист	Подпись	Дата		69

$$\begin{aligned}
 P_{m_i} &= m_{кр} m_b m_T m_a m_o m_b m_{сл} m_{ГН} m_{сс} m_{ЛЭП} = \\
 &= 1 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,81 .
 \end{aligned}$$

Расчетное сопротивление изгибу:

$$R_{и} = R A_{и} m_{дл} P_{m_i} = 19,5 \cdot 0,66 \cdot 0,81 = 10,4247 \text{ МПа (формула (1); п. 6.9) .}$$

Произведение коэффициентов условий работы:

$$\begin{aligned}
 P_{m_i} &= m_{кр} m_b m_T m_a m_b m_{сл} m_{ГН} m_{сс} m_{ЛЭП} = \\
 &= 1 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,81 .
 \end{aligned}$$

Расчетное сопротивление сжатию:

$$R_{с} = R A_{с} m_{дл} P_{m_i} = 19,5 \cdot 0,66 \cdot 0,81 = 10,4247 \text{ МПа (формула (1); п. 6.9) .}$$

Произведение коэффициентов условий работы:

$$P_{m_i} = m_{кр} m_b m_T m_a m_{сс} m_{ЛЭП} = 1 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 1 = 0,81 .$$

Расчетное сопротивление смятию:

$$R_{см} = R A_{см} m_{дл} P_{m_i} = 19,5 \cdot 0,66 \cdot 0,81 = 10,4247 \text{ МПа (формула (1); п. 6.9).}$$

7) Расчет на прочность.

$N/F_{нт} = -0,00572/0,01 = -0,572 \text{ МПа}$ и $R_c = 10,4247 \text{ МПа}$ ($-5,48697\%$ от предельного значения) – условие выполнено (формула (11); п. 7.2а).

8) Расчет на устойчивость.

Расчетная площадь поперечного сечения:

$$F_{расч} = F_{бр} = 0,01 \text{ м}^2 = 100 \text{ см}^2 .$$

9) Определение коэффициента продольного изгиба

Гибкость элемента

Момент инерции сечения относительно оси x:

$$I_x = b h^3/12 = 0,1 \cdot 0,1^3/12 = 0,000008333 \text{ м}^4 = 833,3 \text{ см}^4 .$$

Момент инерции сечения относительно оси y:

$$I_y = b^3 h/12 = 0,1^3 \cdot 0,1/12 = 0,000008333 \text{ м}^4 = 833,3 \text{ см}^4 .$$

Площадь сечения брутто:

$$F_{бр} = b h = 0,1 \cdot 0,1 = 0,01 \text{ м}^2 = 100 \text{ см}^2 .$$

						ФТТ-408.08.03.01.2021.450 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Кол.уч	№док.	Лист	Подпись	Дата		70

Радиус инерции сечения относительно оси x:

$$r_x = \sqrt{I_x / F_{бр}} = \sqrt{0,000008333 / 0,01} = 0,02887 \text{ м} = 2,89 \text{ см} .$$

Радиус инерции сечения относительно оси y:

$$r_y = \sqrt{I_y / F_{бр}} = \sqrt{0,000008333 / 0,01} = 0,02887 \text{ м} = 2,89 \text{ см} .$$

10) Определение расчетной длины элемента.

Элемент – не имеет соединения с пересекающимся элементом.

В плоскости конструкции продольная нагрузка – продольные силы по концам элемента.

В плоскости конструкции перпендикулярной оси X закрепления – шарнирные.

$$m_{0x} = 1 .$$

Расчетная длина ветви элемента:

$$l_{0x} = m_{0x} l = 1 \cdot 3,31 = 3,31 \text{ м} = 331 \text{ см} .$$

Из плоскости конструкции продольная нагрузка – продольные силы по концам элемента.

Из плоскости конструкции перпендикулярной оси X закрепления – шарнирные.

$$m_{0y} = 1 .$$

Расчетная длина ветви элемента:

$$l_{0y} = m_{0y} l = 1 \cdot 3,31 = 3,31 \text{ м} = 331 \text{ см} .$$

11) Продолжение расчета по п. п. 7.4 СП 64.13330.2017

Гибкость элемента:

$$l_x = l_{0x} / r_x = 3,31 / 0,02887 = 114,65189 \text{ (формула (15); п. 7.4)} .$$

Гибкость элемента:

$$l_y = l_{0y} / r_y = 3,31 / 0,02887 = 114,65189 \text{ (формула (15); п. 7.4)} .$$

$$a = 0,8 .$$

$$A = 3000 .$$

Гибкость элемента:

$$l = \max(l_x ; l_y) = \max(114,6519; 114,6519) = 114,6519 .$$

						ФТТ-408.08.03.01.2021.450 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Кол.уч	№док.	Лист	Подпись	Дата		71

Т.к. $l > 70$:

Коэффициент продольного изгиба:

$$f = A / l^2 = 3000 / 114,6519^2 = 0,22822 \text{ (формула (14); п. 7.3)}.$$

12) Продолжение расчета по п. 7.26 СП 64.13330.2017

$N / (f F_{расч}) = -0,00572 / (0,22822 \cdot 0,01) = -2,50635 \text{ МПа}$ и $R_c = 10,4247 \text{ МПа}$
($-24,04245\%$ от предельного значения) – условие выполнено (формула (12); п. 7.26).

13) Проверка по гибкости

Тип элемента – сжатый пояс, опорный раскос или опорная стойка ферм.

Предельная гибкость:

$$l_{max} = 120 .$$

$l = 114,6519$ и $l_{max} = 120$ ($95,54325\%$ от предельного значения) – условие выполнено .

Расчет центрально–растянутого элемента (стойка)

Исходные данные:

Условия эксплуатации:

– Температура воздуха при которой эксплуатируется конструкция $t_B = -6,6$ °С;

Сечение элемента:

– Высота сечения $h = 10 \text{ см} = 10 / 100 = 0,1 \text{ м}$;

– Ширина сечения $b = 10 \text{ см} = 10 / 100 = 0,1 \text{ м}$;

Усилия:

– Нормальная сила $N = -0,843 \text{ тс} = -0,843 / 101,97162123 = -0,00827 \text{ МН}$;

Результаты расчета:

1) Расчет центрально–растянутых элементов. (начало расчета)

Сечение – прямоугольное.

Площадь сечения брутто:

$$F_{бр} = b h = 0,1 \cdot 0,1 = 0,01 \text{ м}^2 = 100 \text{ см}^2 .$$

Ослабления сечения – отсутствуют.

						ФТТ-408.08.03.01.2021.450 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Кол.уч	№док.	Лист	Подпись	Дата		72

Площадь сечения нетто:

$$F_{\text{нт}} = F_{\text{бр}} = 0,01 \text{ м}^2 = 100 \text{ см}^2 .$$

Элемент – растянутый.

Материал элемента – древесина.

Направление растяжения – вдоль волокон древесины.

Коэффициент, учитывающий срок службы сооружения принимается по табл. 13 в зависимости от $t_{\text{сс}}$

$$m_{\text{сс}} = 1 .$$

2) Расчетное сопротивление древесины растяжению.

Порода древесины – сосна.

Переходной коэффициент прочности основных пород древесины (сосны, ели) по табл.5 принимается по табл. 5

$$m_{\text{п}} = 1 .$$

Элемент – цельный.

Сорт древесины – 2.

Расчетное сопротивление растяжению влажностью 12 % для режима нагружения А принимается по табл. 3

$$R_{A_p} = 10,5 \text{ МПа} .$$

Конструкция – построечного изготовления.

Требуется снижение R_{A_p} на 30% (п. 1 прим. к табл. 3)

Расчетное сопротивление растяжению влажностью 12 % для режима нагружения А:

$$R_{A_p} = 0,7 m_{\text{п}} R_{A_p} = 0,7 \cdot 1 \cdot 10,5 = 7,35 \text{ МПа} .$$

3) Учет влияния условий работы древесины на значение расчетного сопротивления растяжению.

Сейсмичность площадки строительства – не более 6 баллов.

Коэффициент условия работы по п. 5.14 СП 14.13330.2011 "Строительство в сейсмических районах":

$$m_{\text{кр}} = 1 .$$

						ФТТ-408.08.03.01.2021.450 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Кол.уч	№док.	Лист	Подпись	Дата		73

4) Определение условий эксплуатации конструкций.

Конструкция эксплуатируется – внутри неотапливаемых помещений.

Зона влажности – нормальная.

Температурно–влажностные условия эксплуатации конструкции –3.2

5) Продолжение расчета по п. п. 6.9 СП 64.13330.2017

В зависимости от температурно–влажностных условий эксплуатации (3.2) $m_B = 0,9$

Т.к. $t_B \geq 35 \text{ }^\circ\text{C}$:

Коэффициент, учитывающий условия эксплуатации при повышенной температуре (п. 3.2б):

$$m_T = 1 .$$

Прогрессирующее разрушение – не рассматривается в данном расчете.

Расчет – с учетом изменения 2 к СП 64.13330.2017.

Режим нагружения – Г. Совместное действие постоянной и кратковременной снеговой нагрузок.

Коэффициент длительной прочности:

$$m_{дл} = 0,66 .$$

6) Продолжение расчета по п. п. 6.9 СП 64.13330.2017

Глубокая пропитка антипиренами – имеется.

Коэффициент, учитывающий пропитку антипиренами:

$$m_a = 0,9 .$$

Коэффициент, учитывающий ослабления растянутого сечения (п. 5.2е):

$$m_o = 1 .$$

7) Продолжение расчета по п. п. 6.1 СП 64.13330.2017

Элемент – прямой.

Коэффициент для гнутых элементов:

$$m_{гн} = 1 .$$

Элемент – не является элементом опор ЛЭП.

Коэффициент для опор воздушных линий электропередачи:

$$m_{ЛЭП} = 1 .$$

						ФТТ-408.08.03.01.2021.450 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Кол.уч	№док.	Лист	Подпись	Дата		74

8) Продолжение расчета по п. п. 6.1 СП 64.13330.2017

Произведение коэффициентов условий работы:

$$\begin{aligned} \Pi m_i &= m_{кр} m_{в} m_{т} m_{а} m_{о} m_{гн} m_{сс} m_{ЛЭП} = \\ &= 1 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,81 . \end{aligned}$$

Расчетное сопротивление растяжению:

$$R_p = R A_p m_{дл} \Pi m_i = 7,35 \cdot 0,66 \cdot 0,81 = 3,92931 \text{ МПа (формула (1); п. 6.1)} .$$

9) Продолжение расчета по п. п. 7.1 СП 64.13330.2017

$N/F_{нт} = -0,00827/0,01 = -0,827 \text{ МПа}$ и $R_p = 3,92931 \text{ МПа}$ ($-21,04695\%$ от предельного значения) – условие выполнено (формула (10); п. п. 7.1).

10) Проверка по гибкости

Элемент – соединяется с пересекающимися элементами.

Расчетная длина ветви элемента:

$$l_{ох} = l_x = 3,83 \text{ м} = 383 \text{ см} .$$

Пересекающийся элемент – сжат.

Расчетная длина ветви элемента:

$$l_{оу} = l = 3,83 \text{ м} = 383 \text{ см} .$$

Момент инерции сечения относительно оси x:

$$I_x = b h^3/12 = 0,1 \cdot 0,1^3/12 = 0,000008333 \text{ м}^4 = 833,3 \text{ см}^4 .$$

Момент инерции сечения относительно оси y:

$$I_y = b^3 h/12 = 0,1^3 \cdot 0,1/12 = 0,000008333 \text{ м}^4 = 833,3 \text{ см}^4 .$$

Площадь сечения брутто:

$$F_{бр} = b h = 0,1 \cdot 0,1 = 0,01 \text{ м}^2 = 100 \text{ см}^2 .$$

Радиус инерции сечения относительно оси x:

$$r_x = \sqrt{I_x/F_{бр}} = \sqrt{0,000008333/0,01} = 0,02887 \text{ м} = 2,89 \text{ см} .$$

Радиус инерции сечения относительно оси y:

$$r_y = \sqrt{I_y/F_{бр}} = \sqrt{0,000008333/0,01} = 0,02887 \text{ м} = 2,89 \text{ см} .$$

Гибкость элемента:

$$l_x = l_{ох}/r_x = 3,83/0,02887 = 132,66366 .$$

Гибкость элемента:

						ФТТ-408.08.03.01.2021.450 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Кол.уч	№док.	Лист	Подпись	Дата		75

$$l_y = l_{oy}/r_y = 3,83/0,02887 = 132,66366 .$$

Тип элемента – растянутый элемент связи.

Гибкость элемента:

$$l = \max(l_x ; l_y) = \max(132,6637; 132,6637) = 132,6637 .$$

Предельная гибкость:

$$l_{\max} = 200 .$$

$l = 132,6637 < l_{\max} = 200$ (66,33185% от предельного значения) – условие выполнено .

3.4 Расчет прочности простенка

Расчет простенка наружной стены 1 этажа

Конструкция стены:

1. Газобетонные блоки
2. Утеплитель (пенополистирол)
3. Бетон

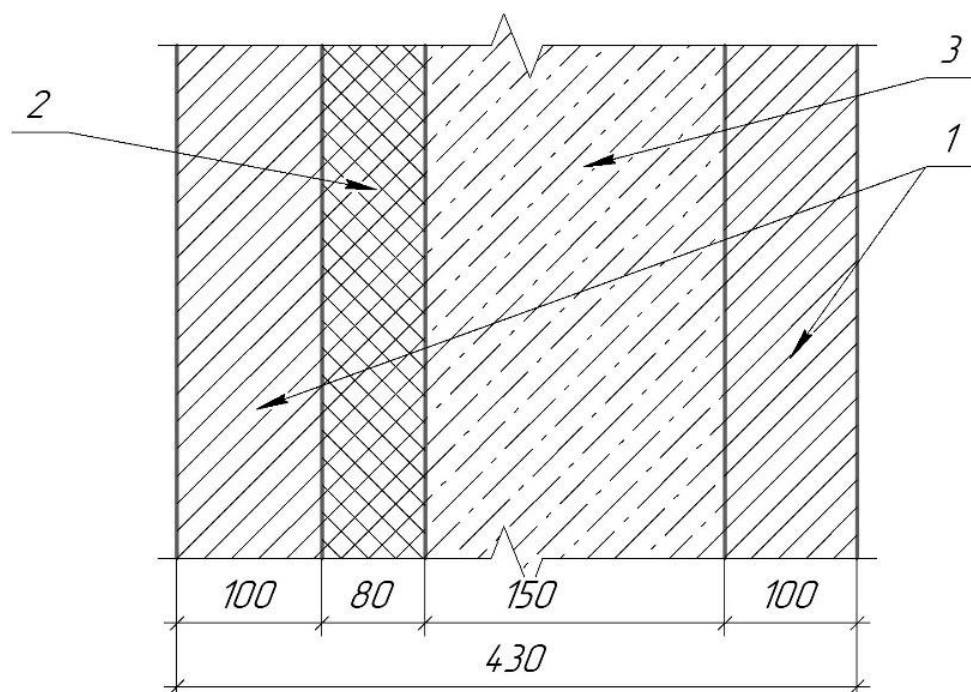


Рисунок 13 - Конструкция стены

Изм	Кол.уч	№док.	Лист	Подпись	Дата

ФТТ-408.08.03.01.2021.450 ПЗ ВКР

Лист

76

Таблица 7 – Сбор нагрузок

Нагрузки	Нормативная нагрузка, Па	Коэффициент надежности по нагрузке	Расчетная нагрузка, Па
Кровля			
Постоянная нагрузка:			
– от металлочерепицы	36	1,1	39,6
–от обрешетки (доска 150·25)	17	1,3	22,1
– собственный вес стропил	90	1,3	117
–от утеплителя (пенополистирол – 120мм)	5	1,1	5,5
–от листа гипсокартона	80	1,1	88
Итого	228		272,2
Временная нагрузка:			
–полезная	700	1,3	910
– снеговая	1710	1,4	2400
Всего	2638		3582
Междуэтажные перекрытия			
Постоянная:			
–плита перекрытия железобетонная	1120	1,1	1232
– от пола	1080	1,3	1404
– от веса перегородок	500	1,3	650
Итого	4500		3286
Временная:			
–полезная	2000	1,3	2600
Всего	3872		5886

Расчетная нагрузка над:

– мансардным этажом – $3582,2 \text{ Па} = 358,22 \text{ кг/м}^2$

– 2 этажом $358,22 + 416,6 = 774,82 \text{ кг/м}^2$

– 1 этажом $774,82 + 416,6 = 1191,42 \text{ кг/м}^2$

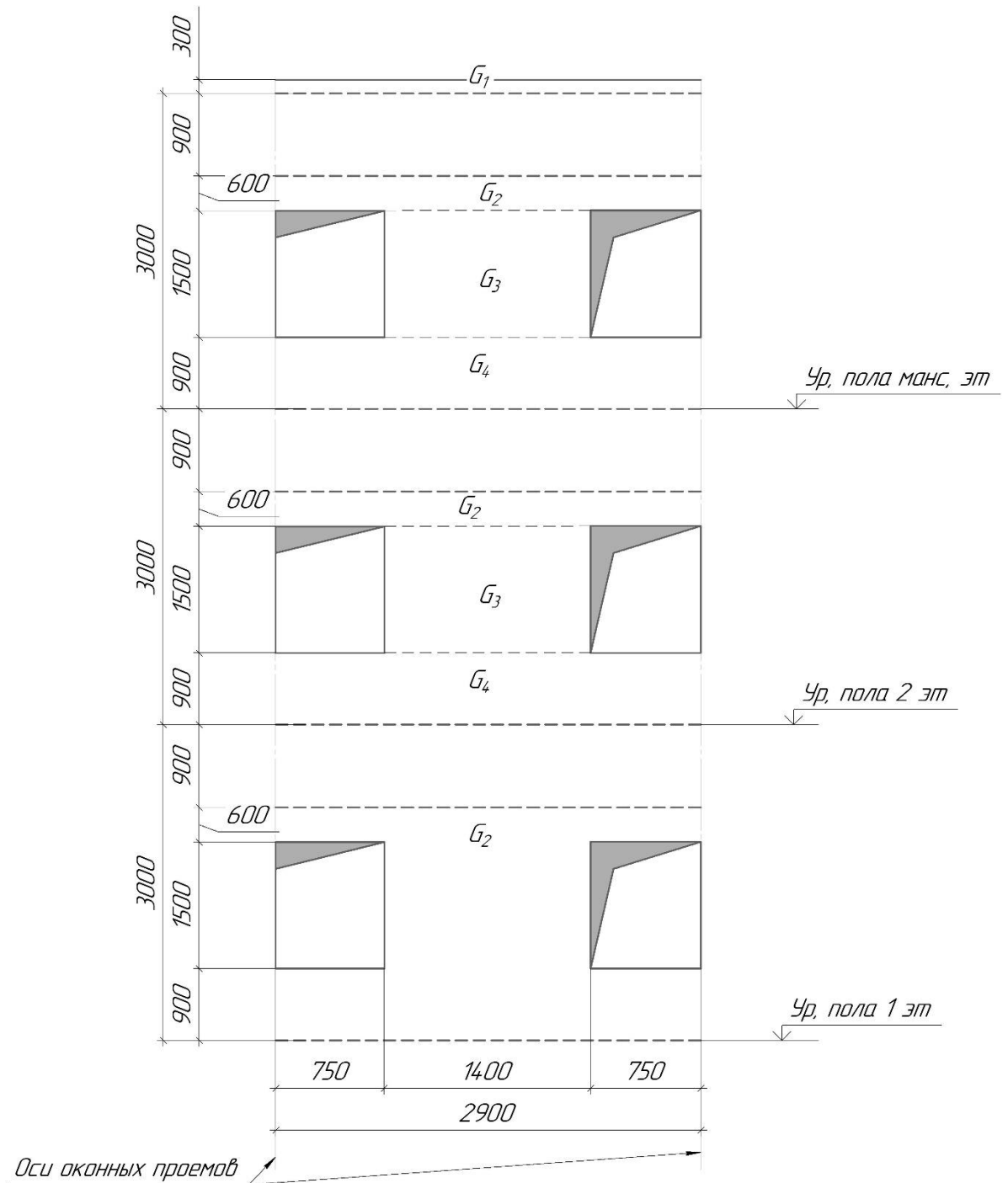


Рисунок 14 – Схема простенка

Нагрузка от собственного веса стены:

						ФТТ-408.08.03.01.2021.450 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Кол.уч	№док.	Лист	Подпись	Дата		78

На простенок шириной 140см наружной стены передается нагрузка, приходящаяся на 2,9 погонных метра длины стены (ширина простенка 1,4м плюс по половине проема с каждой стороны 1,5м).

Площадь сечения:

$$2,9 \cdot 0,43 = 1,247 \text{ м}^2$$

Грузовая площадь

$$A = 2,25 \cdot 2,9 = 6,53 \text{ м}^2$$

Нагрузки от грузовой площади:

– от кровли :

постоянная: $272,2 \cdot 6,53 = 1777,5 \text{ Па} = 1,78 \text{ кН}$

– временная $3310 \cdot 6,53 = 21614,3 \text{ Па} = 21,6 \text{ кН}$

– полная $g_1 = 1,78 + 21,6 = 23,4 \text{ кН}$

– от перекрытия:

постоянная $3286 \cdot 6,53 = 21457,6 \text{ Па} = 21,5 \text{ кН}$

временная $2600 \cdot 6,53 = 16978 \text{ Па} = 17,0 \text{ кН}$

полная $g_2 = 21,5 + 17 = 38,5 \text{ кН}$

Вес 1 м^2 стены толщиной 430мм, состоящей:

– вес газобетонных блоков ($\gamma = 800 \text{ кг/м}^3$):

$$2 \cdot 0,1 \cdot 8000 = 1600 \text{ Н/м}^2$$

– вес утеплителя (пенополистирол $\gamma = 25 \text{ кг/м}^3$):

$$0,08 \cdot 1 \cdot 250 = 20 \text{ Н/м}^2$$

– вес бетона ($\gamma = 2400 \text{ кг/м}^3$):

$$0,15 \cdot 1 \cdot 24000 = 3600 \text{ Н/м}^2$$

равен 5220 Н/м^2 , с учетом коэффициента надежности по нагрузке:

$$3600 \cdot 1,1 + (1600 + 20) \cdot 1,3 = 6066 \text{ Н/м}^2$$

Расчетные постоянные нагрузки:

– от участка стены, расположенной выше низа покрытия:

$$G_1 = 6,07 \cdot 1 \cdot 0,43 \cdot 2,9 = 7,57 \text{ кН}$$

– от участка стены, расположенной от низа перекрытия до верха окна:

$$G_2 = 6,07 \cdot 1,1(5,7 - 5,1) \cdot 0,43 \cdot 2,9 = 5,0 \text{ кН}$$

						ФТТ-408.08.03.01.2021.450 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Кол.уч	№ док.	Лист	Подпись	Дата		79

– от простенка

$$G_3 = 6,07 \cdot 1,1 \cdot 1,4 \cdot 1,5 \cdot 0,43 = 6,03 \text{ кН}$$

– от участка стены ниже оконного проема:

$$G_4 = 6,07 \cdot 1,1 \cdot 0,9 \cdot 2,9 \cdot 0,43 = 7,5 \text{ кН}$$

Определяем усилия в опасных сечениях, которыми являются сечения наиболее нагруженных простенков первого этажа.

Для простенка наружной стены продольные усилия в сечении на уровне верха оконного проема первого этажа:

$$N_1 = G_1 + 3 G_2 + 2 G_3 + 2 G_4 + g_1 + 2 g_2 = 7,57 + 3 \cdot 5 + 2 \cdot 6,03 + 2 \cdot 7,5 + 23,4 + 2 \cdot 38,5 = 150 \text{ кН}$$

Изгибающий момент в сечении на уровне верха оконного проема первого этажа, вызываемый нагрузкой междуэтажного перекрытия над первым этажом:

$$M_1 = P \cdot e \frac{H - h}{H}, \quad (52)$$

где $P = 1191,4 \cdot 2,7 \cdot 2,9 = 9328,8 \text{ кг} = 9,33 \text{ кН}$

$$M_1 = 9,33 \cdot 13,03 \frac{3-0,3}{3} = 109,41 \text{ кН м}$$

Проверяем несущую способность простенка в опасном сечении:

площадь рабочего сечения :

$$F = 0,43 \cdot 1,4 = 0,602 \text{ м}^2$$

Эксцентриситет:

$$e = \frac{109,41}{150} = 0,73 \text{ см} < 0,45y = 0,45 \frac{43}{2} = 9,68 \text{ см}$$

Расчет производим по первому случаю внецентренного сжатия:

Коэффициент однородности $k=0,8$, коэффициент условия работы $m=1$, так как площадь рабочего сечения элемента больше $0,3 \text{ м}^2$, нормативное сопротивление конструкции стены $R^H=40 \text{ кг/см}^2$, упругая характеристика $\alpha=1000$.

Определяем расчетное сопротивление конструкции стены:

$$R = R^H \cdot k \quad (53)$$

$$R = 40 \cdot 0,8 = 32 \text{ кг/см}^2$$

						ФТТ-408.08.03.01.2021.450 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Кол.уч	№док.	Лист	Подпись	Дата		80

Приведенная гибкость

$$\beta_{\text{пр}} = \frac{10}{\alpha} \sqrt{\frac{1000}{\alpha}}, \quad (54)$$

$$\beta_{\text{пр}} = \frac{300}{43} \sqrt{\frac{1000}{1000}} = 6,98$$

Коэффициент продольного изгиба $\varphi = 0,98$

Несущая способность:

$$\Phi = \frac{\varphi R F}{1 + \frac{2e}{h}}, \quad (55)$$

$$\Phi = \frac{0,98 \cdot 32 \cdot 0,602 \cdot 10000}{1 + \frac{2 \cdot 0,73}{43}} = 183,29 \text{ кН} > N = 150 \text{ кН}$$

то есть прочность простенка обеспечена.

Вывод по разделу

В результате проведенных расчетов запроектирован ленточный фундамент из сборных бетонных блоков по фундаментной плите, проведена его проверка на прочность, рассчитанные осадки фундамента не превышают нормативные, в программе «Лира» рассчитана стропильная система здания, выполнен расчет простенка на прочность. Все рассматриваемые элементы соответствуют нормативным требованиям.

						ФТТ-408.08.03.01.2021.450 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Кол.уч	№док.	Лист	Подпись	Дата		81

4 ОРГАНИЗАЦИОННО–ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

4.1 Технологическая карта на устройство стен методом «несъемной опалубки»

4.1.1 Общие параметры

Несъемная опалубка из пенополистирола, предназначена для быстрого возведения монолитных зданий различной этажности, как непосредственно несущих конструкций, так и для заполнения проемов наружных стен в рамно–связевых зданиях. Эта теплосберегающая технология по теплозащите, звукоизоляции, комфортности, простоте, скорости и стоимости строительства, прочности и долговечности строений относится к высоким технологиям в области строительства.

«Теплый дом» – это одна из новейших технологий монолитного домостроения с использованием блоков несъемной опалубки из пенополистирола, позволяющая возводить коттеджи, многоэтажные здания, и холодильники.

Исходным сырьем для производства несъемной опалубки является полистирол. Полистирол абсолютно безвредный, экологически чистый материал. Возведение стен по технологии «Теплый Дом» состоит из трех этапов: установка фрагмента стены из блоков несъемной опалубки на существующий фундамент; укладка арматуры; заполнение бетоном внутренней полости полистирольных блоков.

Специальная конструкция замков позволяет быстро и точно соединять блоки, подобно сборке кубиков в популярной детской игре «ЛЕГО» и препятствует вытеканию бетона.

Жесткая каркасно–силовая конструкция монолитных стен при малом весе обеспечивает надежные антисейсмические свойства объектам, построенным по технологии «Теплый Дом».

Строительная система «Теплый Дом» обеспечивает простоту прокладки и монтажа канализационных, водопроводных труб и электропроводки.

						ФТТ-408.08.03.01.2021.450 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Кол.уч	№док.	Лист	Подпись	Дата		82

4.1.2 Параметры монолитных стен «Теплого дома»

Геометрические размеры стенового блока, представленного на рисунке 3, 1000x250x250мм (100 мм – пенополистирол: по 50мм с внешней и внутренней стороны, 150 мм – бетон).

Заглушка (смотри рисунок 3) размерами 16x5x25 см необходима для образования перегородки в торце блока. Допускаемые отклонения блоков по длине не превышают 3 мм, по ширине и высоте 1,2 мм.

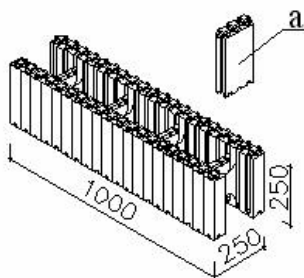


Рисунок 15 – Блок стеновой и торцевая заглушка (а)

Вес стен без внешней и внутренней отделки – 280–300 кг/м².

Вес блока 0,75 кг при плотности 26 кг/м³.

Коэффициент теплопроводности – 0,036 Вт/(м^о· С).

Акустическая изоляция – 49 дБ.

II степень огнестойкости.

Содержит антипиреновые добавки марки ППС.

Рекомендовано применение в сейсмически опасных районах.

Расход бетона –125 –140 л/м².

Бетонная смесь должна соответствовать ГОСТ 26633–91. Бетоны тяжелые и мелкозернистые. Для стен класс бетона по прочности должен быть не ниже В–12,5.

Расход арматуры (в зависимости от проекта) – 3 – 8 кг/м².

Применяются стали соответствующие ГОСТ 5781–82 диам.6–10 класса А–1 и диам. 8–10 А–III.

4.1.3 Технология производства работ

1. Основной комплект инструментов

						ФТТ-408.08.03.01.2021.450 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Кол.уч	№док.	Лист	Подпись	Дата		83

При возведении стен системы "Теплый дом" зданий и сооружений высотой до 2-х этажей потребуются следующие основные инструменты:

- угломер;
- отвес;
- уровень;
- емкость для замешивания бетонной смеси;
- лопаты и ведра;
- жестяная воронка (лоток);
- ножовка.

2. Возведение стен

Строительство по системе «Теплый дом» является весьма простым. По простым элементарным принципам укладываются и соединяются в замки отдельные элементы, а затем заполняются бетоном. Специального мастерства для этого не требуется, здание без отделочных работ можно возвести за 2 недели при участии 4-х рабочих. Таким образом, при хорошей организации цикл строительства «под ключ», не превысит одного строительного сезона.

Для того, чтобы сопутствовал успех при возведении зданий системы "Теплый дом", необходимо тщательно подготовить ложе, которым является верх фундамента или монолитного перекрытия (если блоки используются в качестве заполнения проемов наружных стен этажа в каркасном здании). Оно должно быть тщательно выведено по уровню на одну отметку, углы поворотов стен должны строго соответствовать проектным, поверхность ложа должна быть гладкой, чтобы избежать разрывов и проколов в горизонтальной гидроизоляции.

Во многих случаях необходимо применение элементов меньшей длины. Места резки намечены неглубокими рисками на боках, расставленными через каждые 5 см. После отрезки торец блока закрывается заглушкой. Внутренняя полость блоков наполняется бетоном через жестяную воронку (лоток).

В зданиях с подвальными помещениями наружные стены из пустотелых блоков установлены на предварительно выполненном железобетонном фундаменте.

						ФТТ-408.08.03.01.2021.450 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Кол.уч	№док.	Лист	Подпись	Дата		84

Стены из пустотелых пенополистирольных блоков залитые бетоном, должны быть армированы стальными стержнями.

Сдвоенные вертикальные арматурные стержни диаметром 8–10 мм располагают в углах стен, а также с обеих сторон оконных и дверных проемов. В продольной наружной стене, не стыкующейся с несущими поперечными стенами, необходимо разместить дополнительное армирование отвесными стержнями, расположенными через 6 м. Вертикальные арматурные стержни должны быть прочно соединены с арматурой фундаментной кладки или арматурой перекрытия. В ней забетонированы ушки, гнутые из стержней.

Затем на кладке, сверху выполняется гидроизоляция. В связи с тем, что она соприкасается с пенополистиролом, для нее нельзя использовать битумную массу или рубероид. Она может быть выполнена из двух слоев асфальтового толя или из полиэтиленовой пленки.

Верхняя поверхность фундаментных блоков или перекрытия должны быть тщательно выровнены. Неровности выравниваются тонким слоем цементного раствора, при помощи уровня. Очень важно, чтобы первый слой пустотелых блоков был очень тщательно выровнен. Пустотелые блоки соединены в замок так, что невозможна какая-либо коррекция их горизонтального перекоса, даже небольшого. При традиционной кладке стен такую коррекцию можно производить путем изменения толщины горизонтального шва. Пенополистирольные блоки можно, разумеется, легко выдвинуть из замков. Однако это невыгодно, так как вследствие этого возникнут тепловые потери.

На подготовленный горизонтальный слой нужно уложить первые пустотелые элементарные блоки, а затем, проволокой закрепить вертикальные арматурные стержни. Их привязывают к ушкам, забетонированным в кладке или в фундаментной плите.

Поочередно укладываются блоки в трех или четырех слоях и их полости заполняются бетоном. Полости блоков в верхнем ряду заполняются на $\frac{1}{2}$ или $\frac{2}{3}$ высоты. Это создает своего рода соединение низших слоев с последующими. При заливке бетонной смеси надо обратить внимание, чтобы арматурные стержни не

						ФТТ-408.08.03.01.2021.450 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Кол.уч	№док.	Лист	Подпись	Дата		85

смещались. Их возможное отклонение предотвращается тем, что с каждой стороны они должны иметь фиксаторы, толщиной минимум 2,5 см до внутренней стенки блока.

Внутри блоков бетон можно уплотнить, штыкуя деревянными шестами диаметром в 2–5 см приготовленными заранее. Важно, чтоб бетоном было заполнено все пространство внутри блоков.

Очередной блок укладываем на ранее уложенные, соблюдая смещение не менее 250мм. Пустотелый блок вставляется в месте привязки так, чтобы замки, на которых поставлены верхние и нижние крайние блоки, были связаны взаимным вхождением. Крайние блоки в углах закрываются заглушками. В верхних слоях, в оконных и дверных проемах необходимо закрывать торцы пустотелых блоков заглушками.

В углах стен данной конструкции должно обязательно быть горизонтальное армирование, в форме овальных вытянутых петель из проволоки диаметром 6 мм. Две такие петли надеваются на вертикальные арматурные стержни и вставляются во внутреннее пространство перпендикулярно лежащих элементарных блоков. Для этой цели необходимо вырезать отверстие на боковой стенке одного из пустотелых блоков. Вырезают их на верхней и нижней грани блока. На рис. Даны размеры вырезов, обеспечивающие соответственное размещение армирования углов стен, а также свободную укладку бетонной смеси внутрь пустотелых блоков.

Если внутренняя несущая стена выполнена так же из пустотелых пенополистирольных блоков, обе стены надо выполнять одновременно, что позволит забетонировать хомуты из стальной проволоки диаметром 6 мм. Овальные петли надеваются на арматурный стержень диаметром 10 мм. Другой конец хомута входит внутрь пустотелого блока внутренней стены.

Хомуты размещаются в каждом ряду блоков.

Другую форму могут иметь хомуты, соединяющие наружные стены из пенополистирольных блоков с внутренней стеной из кирпичей или гипсовых блоков.

						ФТТ-408.08.03.01.2021.450 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Кол.уч	№док.	Лист	Подпись	Дата		86

В этом случае в первую очередь возводятся элементы наружной стены с установкой выпусков арматуры (хомутов) шагом 20–25 см по высоте. Затем блоки заполняются бетоном. После затвердевания бетона наружной стены и набора им 10–15% от проектной прочности, что составляет 3–4 дня, производят возведение внутренних несущих стен. С внутренней стороны блока производят вырезание пенополистирола на ширину примыкания внутренней стены или перегородки, на всю высоту этажа. В данном случае жесткость стыка достигается за счет непосредственного примыкания материала внутренней стены или перегородки к бетону наружной стены с использованием заранее установленных выпусков арматуры.

Перегородки ставятся уже после возведения здания. Поэтому, заранее необходимо обозначить места и забетонировать хомуты так, чтобы они выступали за стены.

В современном строительстве всё чаще применяются лёгкие перегородки из гипсокартонных плит, крайние металлические профили или бруски которых крепятся к боковым стенам 3 анкерами.

Чтобы избежать сверления отверстий под них, можно в предусмотренном месте на стыке обеих стен забетонировать внутрь блоков вертикальный деревянный брусок с сечением 6х6 см и к нему прикрепить крайние вертикальные стойки изготавливаемой стены, подобно тому, как в проемах оконных или дверных коробок.

3. Устройство окон и дверей

Изготовление оконных и дверных проемов по системе «Тёплый дом» основано на обрезке пустотелых блоков в проемах необходимого размера с установкой заглушек. В случае бетонирования слоями необходимо, оконный или дверной проём прикрыть сверху пустотелыми блоками–перемычками, сложенными без заполнения. Блоки–перемычки готовятся заранее из одного, двух или более стыкуемых торцами блоков.

Армирование перемычки производится 4 арматурными стержнями Ø8 мм А–III, по два, сверху и снизу (смотри рисунок 16).

Стержни стягиваются между собой хомутами – арматурной проволокой, Ø3–4 мм Вр–I, шагом 15 см.

						ФТТ-408.08.03.01.2021.450 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Кол.уч	№док.	Лист	Подпись	Дата		87

Длина перемычки вычисляется по формуле

$$L_{\text{пер}} = L_{\text{проема}} + 2 \cdot L_{\text{заст}}, \quad (56)$$

где $L_{\text{пер}}$ – длина перемычки,

$L_{\text{проема}}$ – длина дверного или оконного проема,

$L_{\text{заст}}$ – длина минимальной анкеровки перемычки, равна 0,25 м.

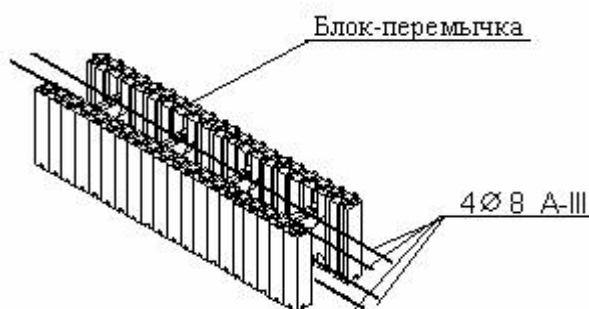


Рисунок 16 – Установка арматурных стержней в блоки перемычки

Под блок–перемычку снизу заводится поддерживающая доска, которая выполняет функции опалубки и препятствует протеканию бетонной смеси и разрушения блока–перемычки при бетонировании. Доска подпирается в проеме стойками.

По системе "Тёплый дом" можно также выполнить перекрытие арочной или любой другой формы. В таких случаях проёмы прикрываются элементарными блоками, а затем на их боках размечается форма перекрытия. И ручной пилой с мелкими зубцами вырезают выбранную форму.

Последующее действие это приложение к низу выреза металлической полосы или древесной – волокнистой плиты. Ее нужно подпереть деревянными стойками, а вовнутрь уложить соответствующее армирование.

Окна и двери в готовых проёмах можно закреплять как при помощи длинных разжимных анкеров, так и при использовании анкеров жестяных. В случае закрепления этими элементами, коробку необходимо установить таким образом, чтобы анкеры были закреплены в бетоне, заполняющем полости блоков.

Система "Тёплый дом" позволяет выполнить на оконных коробках выемки, предохраняющее выпадение оконной коробки.

Ещё одним способом выполнения рамы больших размеров является размещение внутри блоков перед бетонированием деревянного бруска соответствующего сечения.

После бетонирования вырезается часть пенополистирольных стенок и брусок устраняется.

В этих случаях обязательно размещение в бетоне около рамы стабилизирующего прута диаметром 8 или 10 мм.

В стене из пенополистирольных блоков с забетонированными брусками коробку можно закрепить к дереву только длинными металлическими шурупами. Тогда в бетонных стенах не требуется сверлить отверстия под анкеры.

Оконная коробка нижней частью опирается забетонированные деревянные бруски сечением 6х6 см (или на подоконную доску, закрепляемую анкерными шурупами). Позднее оконную раму к ним достаточно привинтить металлическими шурупами.

Верхнюю и нижнюю обвязку пространства оконной рамы между обвязкой и бетоном заполняют полиуретановой пеной.

Внутренняя и наружная отделка

Наружная отделка выполняется всеми традиционными способами.

При облицовке кирпичом предусматриваются выпуски арматуры $\varnothing 4-6$ мм Вр-I (12-15 выпусков на m^2).

Наиболее рациональна наружная отделка цементно-клеевым составом по армирующей сетке (например, «Петромикс-КС»), который наносится в два слоя. Отделка завершается нанесением фактурного декоративно-защитного слоя «Сенарджи» с добавлением колера.

						ФТТ-408.08.03.01.2021.450 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Кол.уч	№док.	Лист	Подпись	Дата		89

Внутренняя отделка выполняется традиционными способами:

- штукатуркой по армирующей сетке;
- гипсокартоном или кафельной плиткой на обыкновенной клеевой мастике.

4.1.5 Техничко–экономические показатели:

- затраты труда рабочих, чел.–ч – 109,29
- затраты машинного времени, маш.–ч – 27,88
- продолжительность выполнения работ, см – 14,9

4.2 Стройгенплан

4.2.1 Исходные данные

Стройгенплан – это план размещения на строительной площадке объектов строительства и обслуживающих строительство машин, механизмов, временных зданий и сооружений, дорог и конструкций.

Стройгенплан является частью проекта организации строительства. Для разработки стройгенплана необходимо, кроме генерального плана, располагать следующими исходными материалами: календарным планом строительства, материалами инженерных изысканий, расчетом потребности во временных зданиях и сооружениях, энерго– и водоснабжении, решениями о средствах механизации, монтажных, погрузочно–разгрузочных, складских и транспортных работ.

До начала строительства, в подготовительный период выполнить следующие:

- выполнить ограждение строительной площадки;
- подвести временные сети водоснабжения, канализации, электроснабжения;
- возвести временную дорогу на стройплощадке;
- выполнить охранное освещение.

На стройгенплане показаны места складирования материалов и стоянок кранов.

В целях безопасного ведения монтажных работ на стройгенплане показаны следующие зоны: монтажная, зона обслуживания крана, зона перемещения груза,

						ФТТ-408.08.03.01.2021.450 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Кол.уч	№док.	Лист	Подпись	Дата		90

опасная зона путей. Зона обслуживания крана определяется по характеристикам крана.

Монтажная зона и зона перемещения груза определяется по СНиП 12–03–2001, ч. 1. На границах опасных для движения выставляют предупредительные надписи и сигналы, видимые в дневное и ночное время.

4.2.2. Выбор монтажного крана

На рисунке 17 представлена схема для выбора монтажного крана.

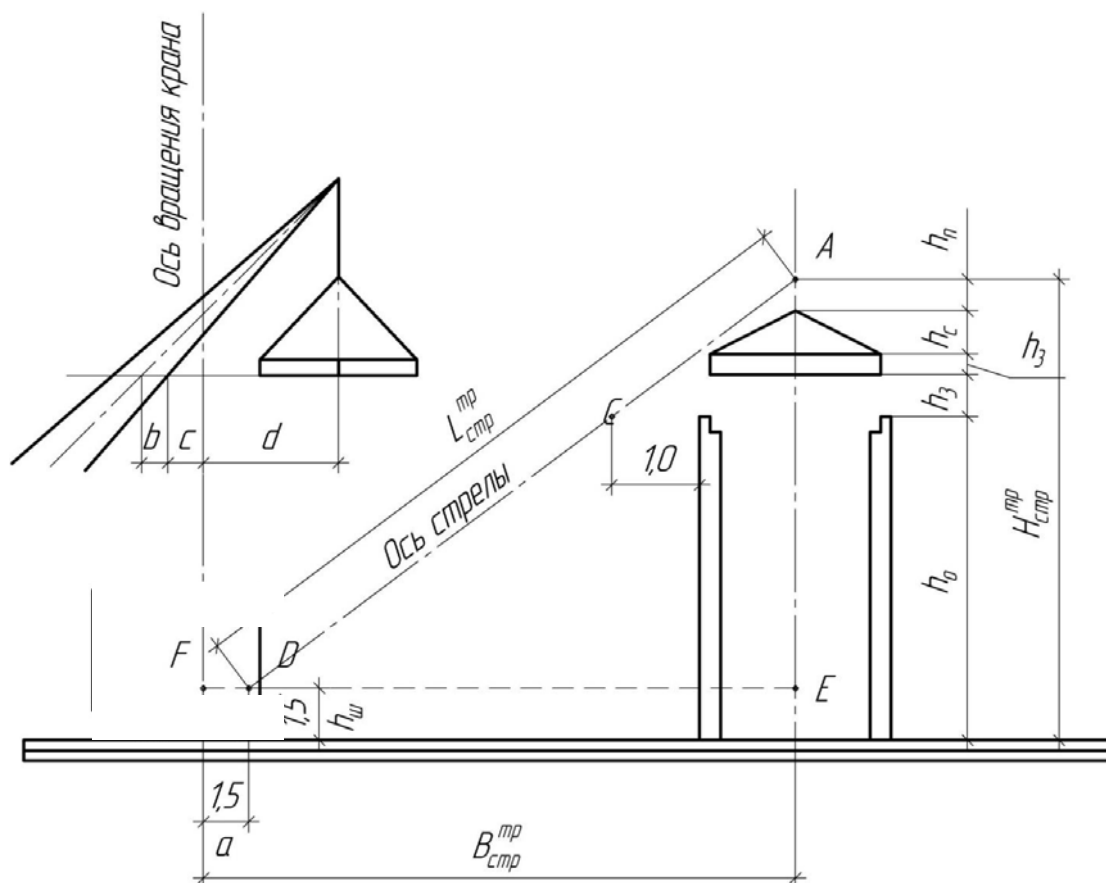


Рисунок 17 – Выбор монтажного крана

Выбор монтажного крана производим по требуемым показателям технических характеристик:

– грузоподъемность башенного крана Q , определяют массой наиболее тяжелого из монтируемых элементов и грузозахватных приспособлений

$$Q = P_{\max} + P_{г.п.}, \quad (57)$$

						ФТТ-408.08.03.01.2021.450 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Кол.уч	№док.	Лист	Подпись	Дата		91

где P_{\max} – масса монтируемого элемента (колонна);

$P_{г.п.}$ – масса грузозахватного приспособления и оснастки;

P_{\max} – масса монтируемого элемента (плита покрытия);

$P_{г.п.}$ – масса грузозахватного приспособления;

$$Q = 2,5 + 0,15 = 2,9 \text{ т}$$

– наибольшая высота подъема

$$H_{кр} = H_3 + h_1 + h_2 + h_3, \quad (58)$$

где $H_{кр}$ – высота подъема крюка над уровнем стоянки крана;

H_3 – высота здания;

$h_1 = 0,5 \text{ м}$ – запас высоты (расстояние от нижней поверхности монтируемого элемента до основания);

h_2 – высота монтируемого элемента;

h_3 – высота грузозахватного приспособления;

$$H_{кр} = 8,9 + 0,5 + 3 + 2 = 14,4 \text{ м}$$

– наименьший вылет стрелы

$$l_{стр}^{пр} = (e + e + d) \frac{(H_{стр}^{пр} - h_{ш})}{hc + hn} + a, \quad (59)$$

где e – половина толщины стрелы на уровне верха монтируемого элемента;

c – минимальный зазор между стрелой и монтируемым элементом = 1 м;

d – минимальный зазор от центра тяжести до приближенного к стреле крана края элемента;

$h_{ш}$ – расстояние от уровня стоянки крана до оси поворота стрелы;

$$l_{стр}^{пр} = (0,25 + 1 + 3) \frac{11 - 1,5}{2 + 3} + 1,5 = 9,6 \text{ м}$$

– наименьшая необходимая длина стрелы

						ФТТ-408.08.03.01.2021.450 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Кол.уч	№док.	Лист	Подпись	Дата		92

$$L_{\text{стр}}^{\text{тр}} = \sqrt{(l_{\text{стр}}^{\text{тр}} - a)^2 + (H_{\text{стр}}^{\text{тр}} - h_{\text{ш}})^2}, \quad (60)$$

$$L_{\text{стр}}^{\text{тр}} = \sqrt{(9,6 - 1,5)^2 + (11 - 1,5)^2} = 12,5 \text{ м}$$

Принимаем кран КС–4572: грузоподъемность, $Q = 4 \text{ т}$, высота подъема крюка $H_{\text{кр}} = 17 \text{ м}$, вылет стрелы $L = 21,7 \text{ м}$.

4.2.3 Расчет опасных зон работы крана.

Основные строительно–монтажные работы ведутся с использованием монтажного крана КС–4572.

Опасная зона крана определяется максимальным вылетом стрелы крана плюс 5 м (для зданий высотой до 5 этажей). В нашем случае максимальный вылет стрелы крана равен 21,7 м. Опасная зона работы крана равна 26,7 м.

4.2.4 Расчет потребности в кадрах

Общая численность работающих на строительстве:

$$P_{\text{общ}} = (P_{\text{max}} + P_{\text{ИТР}} + P_{\text{МОП}}) \times 1,05, \quad (61)$$

где P_{max} – максимальное количество рабочих по календарному плану, $P_{\text{max}} = 39 \text{ чел.}$;

$P_{\text{ИТР}}$ – численность ИТР, $P_{\text{ИТР}} = 10\%$ от $P_{\text{max}} = 4 \text{ чел.}$;

$P_{\text{МОП}}$ – численность малого обслуживающего персонала, $P_{\text{МОП}} = 5\%$ от $P_{\text{max}} = 2 \text{ чел.}$;

1,05 – коэффициент неравномерности выхода на работу

$$P_{\text{общ}} = (39 + 4 + 2) \cdot 1,05 = 47$$

из них 33 – мужчины и 14 женщин.

4.2.5 Расчет временных сооружений

Временные здания и сооружения возводят лишь на период строительства, поэтому их объем и стоимость должны быть минимальными. Потребность строительства во временных административных и санитарно–бытовых зданиях определяется из расчетной численности персонала стройки. Комплекс временных зданий рассчитывается по расчетной численности рабочих в наиболее многочисленную смену.

						ФТТ-408.08.03.01.2021.450 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Кол.уч	№док.	Лист	Подпись	Дата		93

Таблица 8 – Ведомость временных зданий

Наименование	Ед.изм.	Нормативный показатель, м ²	Требуемый показатель, м ²	Тип сооружения
Гардеробная	м ²	0,9 м ² на 1 чел.	0,9х33 = 29,7 0,9х14=12,6	3 инвентарных вагончика (2–для мужчин, 1–для женщин)
Помещение для сушки одежды	м ²	0,2м ² на 1 чел	0,2х47 = 9,4	1 инвентарный вагончик
Помещение для обогрева и отдыха	м ²	0,8м ² на 1 чел	0,8 х47=37,6	2 инвентарных вагончика (совмещаем с гардеробными)
Умывальная	м ²	0,05 на 1 чел.	0,05х47 = 2,35	временное сооружение
Душевая	м ²	0,3на 1 чел	0,3х47 = 14,1	1 инвентарный вагончик
Туалет	м ²	0,07 на 1 чел.	0,07х47 = 3,29	3 биотуалета
Помещение для приема пищи	м ²	1,0 на 1 чел.	1,0х47 = 47	1 инвентарный вагончик (прием пищи поочередно)
Прорабская	м ²	1 вагончик на 50 человек	1 вагончик 3·6	1 инвентарный вагончик

Всего принимаем 7 инвентарных вагончиков.

Также возможно размещение временных помещений, по мере необходимости, в уже возведенных секциях таунхауса.

						ФТТ-408.08.03.01.2021.450 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Кол.уч	№док.	Лист	Подпись	Дата		94

При проектировании складов решаются три основных вопроса:

1. определить необходимые запасы материалов, подлежащих хранению;
2. рассчитать площади по видам хранения;
3. выбрать типы складов и разместить их вблизи дорог.

При определении запаса материалов исходят из того, что запас должен быть минимальным, но достаточным для обеспечения бесперебойного выполнения работ.

Запас материалов и конструкций, $P_{\text{скл}}$, шт., определяются по формуле

$$P_{\text{скл}} = \frac{P_{\text{общ}}}{T} T_{\text{н}} \cdot K_1 \cdot K_2 \quad (62)$$

где $P_{\text{общ}}$ – количество материалов и конструкций, необходимое для строительства;

T – продолжительность работ по календарному плану;

$T_{\text{н}}$ – норма запасов материала;

K_1 – коэффициент неравномерности поступления материалов;

K_2 – коэффициент неравномерности потребления материалов.

Полезная площадь склада, $F_{\text{скл}}$, м^2 , определяется по формуле:

$$F_{\text{скл}} = P_{\text{скл}} \cdot f \quad (63)$$

где f – нормативная площадь на единицу складированного материала.

Общая площадь складов с учетом проездов и проходов, $F_{\text{общ}}$, м^2 , определяется по формуле:

$$F_{\text{общ}} = \frac{F_{\text{скл}}}{K_{\text{исп}}} \quad (64)$$

где $K_{\text{исп}}$ – коэффициент использования складов.

Для закрытых 0,6...0,7

для навесов 0,5...0,6

						ФТТ-408.08.03.01.2021.450 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Кол.уч	№док.	Лист	Подпись	Дата		95

для открытых 0,4

для штабельного хранения 0,5...0,6

Таблица 9 – Подсчет площади склада

Конструкции изделия материалы	Единицы измерения	Общая потребность $Q_{\text{общ}}$	Продолжительность укладки материалов, Т, днях	Наибольший суточный расход	Число дней запаса, n	Коэффициент неравномерного поступления	Коэффициент неравномерного потребления	Запас на складе $Q_{\text{зап}}$	Норма хранения на 1 м ² площади	Полезная площадь склада F, м ²	Коэффициент использования площадей склада	Полная площадь склада S, м ²	Размер склада, м	Характеристика склада
Блоки	м ³	171 3,1	45,5	38	3	1,1	1,3	163, 02	2,5 0	65,2 0	0,5	130, 40	13x1 0	откр.
Плита перекрытия	м ³	225, 8	35,3	6,4	3	1,1	1,3	27,5	0,9 5	29,0 0	0,5	58,0 0	6x10	откр.
Блоки фундаментные	м ³	247 8	17,2	144, 1	3	1,1	1,3	618, 2	2,5 0	247, 30	0,5	494, 60	50x1 0	откр.
Кирпич	тыс. шт	3,1	2	1,55	3	1,1	1,3	3,1	3,9 0	1,00 м ²	0,5	2,00	–	откр.

4.2.7 Расчет временного электро- и водоснабжения строительной площадки.

Расчет потребности в электроэнергии.

Потребность в электроэнергии, кВт·А, определяется на период выполнения максимального объема строительного-монтажных работ по формуле

$$P = \alpha \left(\frac{K_1 \cdot P_M}{\cos \varphi_1} + \frac{K_2 \cdot P_T}{\cos \varphi_2} + K_3 \cdot P_{\text{о.в}} + K_4 \cdot P_{\text{о.н}} + K_5 \cdot P_{\text{св}} \right) \quad (65)$$

где $\alpha = 1,05$ – коэффициент потери мощности в сети;

P_M – сумма номинальных мощностей работающих электромоторов;

P_T – сумма потребляемых мощностей технологических процессов;

						ФТТ-408.08.03.01.2021.450 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Кол.уч	№док.	Лист	Подпись	Дата		96

$P_{o.b}$ – суммарная мощность внутренних осветительных приборов, устройств для электрического обогрева (помещения для рабочих, здания складского назначения);

$P_{o.n}$ – то же, для наружного освещения объектов и территории;

$P_{св}$ – то же, для сварочных трансформаторов;

$\cos \varphi_1$ – коэффициент мощности для группы силовых потребителей электромоторов;

$\cos \varphi_2$ – коэффициент мощности для технологических потребителей;

K_1 – коэффициент одновременности работы электромоторов;

K_2 – коэффициент для технологических потребителей;

K_3 – коэффициент для внутреннего освещения;

K_4 – коэффициент для наружного освещения;

K_5 – коэффициент для сварочных трансформаторов.

Потребность в электроэнергии, кВт·А, определена на производство строительно–монтажных работ в теплый период года и представлена в таблице.

Таблица 10 – Расчет потребности строительства в электроэнергии.

№ п/п	Наименование потребителей	Ед. изм.	Объем потребления	Коэффициент		Удельная мощность	Расчетная мощность, кВт·А
				Спроса, K_i	Мощности, $\cos \varphi_1$		
1	Электросварочный трансформатор	шт	2	0,35	0,4	12,8 кВт/шт	22,4
2	Территория производства работ	м ²	4704,75	1	1	0,4 Вт/м ²	1,88
3	Проходы и проезды	м ²	1272	1	1	5 Вт/м ²	6,36

Окончание таблицы 10

№ п/п	Наименование потребителей	Ед. изм.	Объем потреб- ления	Коэффициент		Удель- ная мощност ь	Расчет- ная мощно сть, кВ·А
				Спроса , K_i	Мощности , $\cos \varphi_1$		
4	Монтаж строи- тельных конструкций	м ²	778	1	1	3 Вт/м ²	2,33
Расчетная нагрузка							32,97

Электроснабжение площадки строительства обеспечивается путем прокладки кабеля от существующей трансформаторной подстанции на по деревянным опорам с металлической приставкой, установленным через 35 м.

Количество прожекторов для наружного освещения определяем по формуле

$$n = \frac{P \cdot E \cdot S}{P_a}, \quad (66)$$

где P – удельная мощность, примем равной 0,3;

E – освещение примем равным 3 лк;

S – мощность лампы прожектора, примем равной 1000 Вт ПЗС–45;

P_a – площадь подлежащая освещению, 5544 м²

$$n = \frac{0,3 \cdot 3 \cdot 4704}{1000} = 4,23$$

Для временного освещения строительной площадки принимаем 4 прожектора мощностью 1000 Вт.

Расчет потребности в воде.

Вода на строительной площадке расходуется на производственные, хозяйственно–бытовые, противопожарные нужды.

						ФТТ-408.08.03.01.2021.450 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Кол.уч	№док.	Лист	Подпись	Дата		98

Общая потребность в воде на строительные–монтажные операции, $Q_{\text{общ}}$, л, определяется по формуле

$$Q_{\text{общ}} = Q_{\text{п}} + Q_{\text{х}} + Q_{\text{пож}}, \quad (67)$$

где $Q_{\text{п}}$, $Q_{\text{х}}$, $Q_{\text{пож}}$ – расход воды на строительной площадке на производственные, хозяйственно–бытовые и противопожарные нужды, соответственно, л.

Расход воды на производственные нужды, $Q_{\text{п}}$, л, определяется по формуле

$$Q_{\text{п}} = \frac{\sum (q \cdot A \cdot K_{\text{н}})}{3600 \cdot 8}, \quad (68)$$

где q – удельный расход воды на единицу объема работ, л;

A – объем работ;

$K_{\text{н}}$ – коэффициент неравномерности потребления воды

Объем работ, выполненный в смену, определяется по формуле

$$A = \frac{R_{\text{общ}}}{T}, \quad (69)$$

где $R_{\text{общ}}$ – количество материала или объем работ;

T – продолжительность работ, дни.

Определяем расход воды на стройплощадке по группам производственных процессов исходя из норм потребления воды на эти операции. Расход воды на производственные нужды приведен в таблице.

						ФТТ-408.08.03.01.2021.450 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Кол.уч	№док.	Лист	Подпись	Дата		99

Таблица 11 – Расход воды на производственные нужды

Наименование работ	Удельный расход воды на единицу объема, л	Коэффициент часовой неравномерности	Объем работ выполняемый в смену, м ³	Q _{пр}
Земляные	1,5	10	748,00	0,39
Каменные	1,5	375	37,50	0,732
Штукатурные	1,5	7	20,00	0,0073
Малярные	1,5	1	58,00	0,003
Мойка автомашин	400	1,5	6	0,125
Итого				1,257

Потребность в воде на хозяйственные нужды, Q_х, л, определяется по формуле

$$Q_x = \frac{N \cdot q_{\text{хоз}} \cdot K_n}{3600 \cdot 8}, \quad (70)$$

где q_{хоз} – расход воды на одного работающего, л;

K_н – коэффициент неравномерности потребления воды;

N – число работающих в наиболее многочисленную смену

$$Q_x = \frac{47 \cdot 20 \cdot 2,7}{3600 \cdot 8} = 0,088 \text{ л/с}$$

На строительной площадке установлен 1 пожарных гидранта. Расход воды на противопожарные нужды принимается исходя из расхода по 5 л/с на один гидрант, то есть необходимо 5 л/с.

$$Q_{\text{общ}} = 0,245 + 0,088 + 5 = 5,33 \text{ л/с}$$

Диаметр водопровода, Д, мм, рассчитываем по формуле

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{\text{общ}} \cdot 1000}{v \cdot \pi}}, \quad (71)$$

где v – скорость движения воды по трубам, отличающаяся при большом (1,5...2 м/с) и при малом (0,7...1,2 м/с) расходе воды

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 5,33 \cdot 1000}{1,5 \cdot 3,14}} = 67,3 \text{ мм}$$

Принимаем диаметр трубопровода 100 мм.

4.3 Календарный план

4.3.1 Исходные данные для составления календарного плана

Исходными данными для составления календарного плана являются:

- чертежи архитектурно–строительной части;
- чертежи расчетно–конструктивной части;
- объемы строительно–монтажных работ;
- строительный объем здания;
- принятые методы производства работ и механизмов;
- трудоемкость работ и затраты машинного времени;
- этажность, конфигурация и размеры здания;
- возможность разделения здания на захватки;
- нормативная продолжительность строительства.

4.3.2 Назначение календарного плана

Календарный план является основным оперативным документом по выполнению всех монтажных работ. В нем отражается принятая технология монтажа и увязывается во времени технологические операции и рабочие процессы, а также предусматривается возможность совмещения процессов и, тем самым, сокращение продолжительности строительства.

						ФТТ-408.08.03.01.2021.450 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Кол.уч	№док.	Лист	Подпись	Дата		101

4.3.3 Виды производства работ

Таблица 12 – Работы одинаковых циклов, объединенные в потоки.

Цикл	Строительный поток	Наименование работ
Подготовительный	Обустройство строительной площадки	Устройство подъездных дорог, площадок складирования, ограждение строительной площадки, устройство бытового городка
		Срезка растительного слоя
		Вертикальная планировка
		Создание геодезической основы
Подземный цикл	Земляные работы	Разработка грунта котлована
		Доработка грунта вручную
		Обратная засыпка
	Устройство фундаментов	Монтаж фундаментных подушек
		Монтаж фундаментных блоков
		Устройство гидроизоляции
Надземный цикл	Каменные работы	Кладка наружных стен
		Кладка перегородок
	Монтажные работы	Монтаж плит перекрытия
		Монтаж плит перекрытия
		Монтаж лестничных маршей и площадок
	Кровельные работы	Устройство стяжки
		Укладка утеплителя
		Укладка утеплителя
		Пароизоляция кровли
		Устройство рулонной кровли

Окончание таблицы 12

Цикл	Строительный поток	Наименование работ
	Штукатурные работы	Затирка потолков гипсовыми смесями
		Грунтовка поверхностей под окраску
Отделочные работы	Малярные работы	Окрашивание потолков
		Окрашивание внутренних стен
	Облицовочные работы	Оклейка обоев
		Облицовка стен керамической плиткой
	Устройство полов	Полы из линолеума
		Полы из керамической плитки
		Полы мозаичные
	Сантехнические работы	Устройство вводов сетей тепло-, водоснабжения, водоотведения
		Устройство внутренних сетей тепло-, водоснабжения, водоотведения
	Специальные работы	Электромонтажные работы
Монтаж внутренних электросетей		
		Монтаж электроприборов
		Устройство постоянных автодорог, подъездов и тротуаров
		Озеленение
Благоустройство		Установка малых архитектурных форм

4.3.4 Определение объемов работ

Таблица 13 – Ведомость объемов работ

Наименование работ	Единицы измерения	Количество
1. Планировка территории	м ²	1230,12
2. Разработка котлована	м ³	4489,94
3. Монтаж фундаментных плит	шт	180
4. Монтаж фундаментных блоков	шт	2688
5. Устройство гидроизоляции горизонтальной	м ²	1381,10
6 Устройство гидроизоляции вертикальной	м ²	107,28
7 Укладка плит перекрытия подвала	шт	98
8. Устройство лестниц подвала	шт	16
9. Обратная засыпка	м ³	4248,21
10. Устройство наружных стен	м ³	1713,10
11. Укладка плит перекрытия	шт	196
12. Устройство лестниц	шт	32
13. Устройство кровли	м ²	993,60
14. Заполнение оконных проемов	м ²	179,40
15. Заполнение дверных проемов	м ²	314,44
16. Устройство перегородок ГВЛ	м ²	374,76
17. Устройство кирпичных перегородок	м ²	50,80
18. Облицовка керамической плиткой	м ²	139,44
19. Окраска водоэмульсионной краской	м ²	2409,92
20. Оклейка обоями	м ²	2571,12
21 Устройство полов из керамической плитки	м ²	91,46
22. Устройство полов из ламината	м ²	1493,40
23. Устройство полов из бетонных плит	м ²	801,28
24. Электромонтажные работы	%	4
25. Сантехнические работы	%	10
26. Благоустройство	%	7

4.3.5. Калькуляция затрат труда

Таблица 14 – Калькуляция затрат труда по объекту

№ п/п	Наименование работ	Ед. изм.	Колич.	ЕНиР	Норма времени		Затраты труда		Состав звена
					ч– час	м– час	ч– час	м– час	
Подготовительный период									
1	Подготовительные работы	%	2	–	–	–	98,4	–	Рабочий Зр–1
2	Срезка растительного слоя бульдозером ДЗ–29	1000 м ²	0,185	2–1–5 п.2б	0,49	1,5 4	0,09	0,29	Маши- нист бр– 1 Помощ- ник 5р– 1
3	Вертикальная планировка бульдозером ДЗ–29	1000 м ²	1,23	2–1– 35 п. 3а	0,19	0,4 9	0,23	0,61	Маши- нист бр– 1 Помощ- ник 5р– 1
Нулевой цикл									
4	Разработка грунта на транспорт экскаватором ЭО–3322А	100 м ³	44,9	2–1–8 таб.1 п.6г	1,41	2,1	63,3	94,2 9	Маши- нист бр– 1 Помощ- ник ма- шиниста 5р–1

Продолжение таблицы 14

№ п/п	Наименование работ	Ед. изм.	Колич.	ЕНиР	Норма времени		Затраты труда		Состав звена
					ч– час	м– час	ч– час	м– час	
5	Ручная зачистка дна котлована	м ³	4,49	2–1– 50 таб.2 п.1е	1,9	–	8,53	–	Зем- лекоп 2р–1
6	Устройство подготовки под фундамен- нты	м ³	1,3	4–3–1 п.2а	0,32	–	0,42	–	Рабочий 4р–1, 3р–1, 2р–
7	Монтаж фунда- ментных плит	шт	180	4–1–1 табл. 2 п.2а, 2б	0,39	0,2 1	70,2	37,8	Монтаж- ник 4р– 1, 3р–1, 2р–1. Маши- нист бр– 1
8	Монтаж фунда- ментных блоков	шт	2688	4–1–3 табл. 2 п.2а, 2б	0,28	0,1 5	752, 6	403, 2	Монтаж- ник 4р– 1, 3р–1, 2р–1. Маши- нист бр– 1

Продолжение таблицы 14

№ п/п	Наименование работ	Ед. изм.	Колич.	ЕНиР	Норма времени		Затраты труда		Состав звена
					ч- час	м- час	ч- час	м- час	
9	Гидроизоляция фундаментов вертикальная	100 м ²	1,07	11-40	113, 3	-	121, 33	-	Изолировщик 3р-1, 2р-1
10	Гидроизоляция фундаментов горизонтальная	100 м ²	13,81	11-40	8,3	-	114, 62	-	Изолировщик 3р-1, 2р-1
11	Обратная засыпка бульдозером ДЗ-29	1000 м ³	4,25	2-1-34 п.6б	-	0,4 1	-	1,74	Машинист бр-1
Надземный цикл									
12	Устройство наружных стен	м ³	1713,1	3-3	1,7	0,0 8	2912,3	137, 3	Каменщик 4р-1, 2р-1 Машинист бр-1
13	Устройство перегородок на каркасе	м ²	374,76	3-12	2,8	0,0 2	1053 ,1	7,5	Монтажник 3р-2 Машинист бр-1

Продолжение таблицы 14

№ п/п	Наименование работ	Ед. изм.	Колич.	ЕНиР	Норма времени		Затраты труда		Состав звена
					ч- час	м- час	ч- час	м- час	
14	Монтаж плит перекрытия и покрытия	шт	294	4-1-7 п.3а, 3б	0,72	0,1 8	211, 68	52,9 2	Монтажник 4р-1, 3р-1, 2р-1 Машинист крана 6р-1
15	Устройство лестниц	шт	48	4-1-10 п.5а, 5б	1,4	-	67,2	-	Плотник 4р-1, 2р-2
16	Установка окон	100 м ²	1,8	6-13	405,4	-	730,12	-	Плотник 4р-1, 2р-2
17	Установка дверей	100 м ²	3,14	6-13	382,55	-	1201,21	-	Плотник 4р-1, 2р-2
18	Устройство кровли	100 м ²	9,94	6-9 таб. 2 п.2а	63,0	12,1	626,2	120,2	Кровельщик 4р-1, 3р-1
19	Полы из ламината	100 м ²	1,5	19-11 п.1	46,54	-	69,81	-	Облицовщик синтет. м-ми 4р-1, 3р-1

Продолжение таблицы 14

№ п/п	Наименование работ	Ед. изм.	Колич.	ЕНиР	Норма времени		Затраты труда		Состав звена
					ч– час	м– час	ч– час	м– час	
20	Полы из керамической плитки	100 м ²	0,92	19–19 п.3Г	82,1 5	–	75,6	–	Облицовщик– плиточник 4р–1, 3р–1
21	Полы бетонные	100 м ²	8,0	19–31 таб.1 п.1,2	14,0	–	112,	–	Бетонщик 4р– 2, 2р–1
22	Улучшенная штукатурка	м ²	101,6	8–1–2 таб.1 п.2а	12,6	–	1280 ,2	–	Штукатур 3р–1
23	Окраска водоэмульсионная	100 м ²	24,1	8–1– 15 таб.5 п.19Г	28,2	–	670, 1	–	Маляр 5р–1
24	Оклейка обоями	100 м ²	25,7		43,5 7	–	1119 ,75	–	Маляр 5р–1
25	Облицовка стен керамической плиткой	100 м ²	1,4	8–1– 30 таб.1 п.1б	82,1 5	–	115, 1	–	Облицовщик– плиточник 4р– 1, 3р–1

Окончание таблицы 14

№ п/п	Наименование работ	Ед. изм.	Колич.	ЕНиР	Норма времени		Затраты труда		Состав звена
					ч– час	м– час	ч– час	м– час	
26	Устройство отмостки	100 м ²	1,1	19–30	7,5	1,5	8,3	1,6	Бетонщик 3р–1, 2р–1
27	Сантехнические работы	%	8	–	–	919	–		Монтажник инж. оборудования 3 р–1
28	Электротехнические работы	%	4	–	–	459	–		Электрик 3р–1
29	Благоустройство	%	5	–	–	574	–		Рабочий 2р–1

4.3.6 Расчет продолжительности строительства

Согласно нормам СНиП 1.04.03–85 «Нормы продолжительности строительства» раздел 3 «Непроизводственное строительство» подраздел 1 «Жилые здания» для зданий из мелкоборных элементов площадью до 2000 м² срок строительства составляет от 4,5 до 9 месяцев с подготовительным периодом 1 месяц.

Выводы по разделу 4

В разделе разработаны технологическая карта на устройство стен методом несъемной опалубки, указаны мероприятия по организации работ, методы производства работ, подобраны инструменты и приспособления, определены объемы работ и трудоемкости, разработаны мероприятия по безопасному ведению работ.

						ФТТ-408.08.03.01.2021.450 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Кол.уч	№док.	Лист	Подпись	Дата		110

Разработан календарный план производства работ, для этого подсчитаны объемы выполняемых работ, трудоемкости их выполнения, определена продолжительность выполнения каждой работы и общий срок строительства, построен график движения рабочих, рассчитан коэффициент неравномерного движения рабочих.

Строительный генеральный план разработан на основании расчетов временных зданий и сооружений, складских площадок, потребности в кадрах, выборе строительных машин и механизмов, также произведен расчет потребности в воде и электроснабжении и освещении строительной площадки. Предусмотрены мероприятия по безопасному производству работ.

						ФТТ-408.08.03.01.2021.450 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Кол.уч	№док.	Лист	Подпись	Дата		111

5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

5.1 Общие положения

Требования безопасности при строительстве таунхауса в г. Златоуст регламентируются следующими нормативными документами:

- СП 12–135–2003 «Безопасность труда в строительстве»;
- ППБ 01–93 (1998, изм 1999): Правила пожарной безопасности в РФ;
- Автоматические системы пожаротушения и пожарной сигнализации;
- ГОСТ РМ–016–2001 «Межотраслевые правила по охране труда при эксплуатации электроустановок»

Проектируемая система охраны труда должна будет обеспечить надлежащие условия труда рабочим – строителям, повышение культуры производства, безопасность работ и их облегчение, что способствует повышению производительности труда.

Создание безопасных условий труда в строительстве тесно связано с технологией и организацией строительства.

СП 12–135–2003 «Безопасность труда в строительстве» содержит перечень мероприятий, обеспечивающих безопасные методы производства работ.

Допуск к работе вновь прибывших рабочих осуществляется после прохождения ими общего инструктажа по технике безопасности, а также инструктажа непосредственно на рабочем месте.

Кроме этого, рабочие обучаются безопасным методам работ в течение трех месяцев со дня поступления, после чего получают соответствующее удостоверение.

Проверка знаний рабочих техники безопасности производится ежеквартально.

Все мероприятия по охране труда осуществляются под непосредственным государственным надзором специальных инспекций (государственного инспектора по труду, Госгортехнадзор, горной, газовой, санитарной и технической, пожарной).

						ФТТ-408.08.03.01.2021.450 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Кол.уч	№док.	Лист	Подпись	Дата		112

5.2 Требования к газовой котельной в частном жилом доме

При расположении котельной в индивидуальном жилом доме необходимо соблюдать минимальные требования к площади и объему котельной, а также к устройству вентиляции и оконных и дверных проемов.

Требования к газовым котельным приведены в следующих нормативных документах действующих в 2021 году:

- СП 62.13330.2011 Газораспределительные системы. (Актуализированная редакция СНиП 42–01–2002)
- СП 402.1325800.2018 Здания жилые. Правила проектирования систем газопотребления
- СП 42–101–2003 Общие положения по проектированию и строительству газораспределительных систем из металлических и полиэтиленовых труб (носит рекомендательный характер)
- Инструкция по размещению тепловых агрегатов, предназначенных для отопления и горячего водоснабжения многоквартирных или блокированных жилых домов (МДС 41–2.2000) (носит рекомендательный характер)

Вводы газопроводов в здания следует предусматривать непосредственно в помещении, в котором установлено газоиспользующее оборудование, или в смежное с ним помещение, соединенное открытым проемом.

Газовые генераторы следует устанавливать в соответствии с требованиями инструкций изготовителей: в отапливаемом вентилируемом помещении.

- по вертикали (при пересечении) с водопроводом и канализацией– минимум 0,2 м в свету (между стенками труб)
- по горизонтали (параллельно) с водопроводом и канализацией — минимум 1 м
- по горизонтали (параллельно) с силовыми кабелями до 35кВ — минимум 1 м (при устройстве защитной стенки возможно уменьшение до 0,5 м)

Для отопления помещений следует предусматривать отопительные газовые котлы с закрытой или открытой камерой сгорания, в том числе одноконтурные и

						ФТТ-408.08.03.01.2021.450 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Кол.уч	№док.	Лист	Подпись	Дата		113

двухконтурные, или отопительные аппараты, имеющие разрешения на применение, выданные в порядке, установленном действующим законодательством Российской Федерации. Для горячего водоснабжения следует применять проточные, емкостные газонагреватели. Газоиспользующее оборудование должно быть заводского изготовления и оснащено автоматикой регулирования и безопасности.

При установке газового оборудования, предназначенного для отопления и горячего водоснабжения, в отдельном помещении (теплогенераторной) площадь этого помещения (теплогенераторной) должна определяться из условий удобства монтажа и обслуживания оборудования, но быть не менее 15 м^3 при высоте не менее $2,5 \text{ м}$ (для отопительного котла с открытой камерой сгорания).

Газоиспользующее оборудование, работающее на природном газе, допускается размещать в цокольных и подвальных этажах многоквартирных и блокированных жилых домов. Не разрешается устанавливать технические устройства и газоиспользующее оборудование в ванных комнатах и санитарных узлах.

Вентиляция помещений, предназначенных для установки газоиспользующего оборудования, должна быть естественной. Вытяжка предусматривается из расчета трехкратного воздухообмена в час, а приток — в объеме вытяжки и дополнительного количества воздуха на горение газа. Размеры вытяжных и приточных устройств определяются расчетом.

В кухнях–столовых вытяжка предусматривается из расчета однократного воздухообмена в час и дополнительного объема воздуха $100 \text{ м}^3/\text{ч}$ на работу газовой плиты (СП 60.13330).

В качестве легкосбрасываемых ограждающих конструкций необходимо использовать остекление оконных проемов с площадью стекла из расчета $0,03 \text{ м}^2$ на 1 м^3 объема помещения или использовать оконные конструкции со стеклопакетами по ГОСТ Р 56288. Дверь из помещения, где установлено газоиспользующее оборудование, должна открываться наружу.

						ФТТ-408.08.03.01.2021.450 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Кол.уч	№док.	Лист	Подпись	Дата		114

Расстояние от строительных конструкций помещения до отопительного газоиспользующего оборудования следует принимать в соответствии с требованиями инструкций предприятия–изготовителя. При отсутствии требований в инструкциях газоиспользующее оборудование следует устанавливать исходя из условия удобства монтажа, эксплуатации и ремонта.

Каждый объект, на котором устанавливается газоиспользующее оборудование, должен быть оснащен узлом учета газа в соответствии с действующим законодательством Российской Федерации.

5.3 Расчет вентиляции котельной

При недостатке вентиляции отопительное оборудование работает не в штатном режиме. Потому что, при отсутствии постоянного притока кислорода, обеспечивающего правильную работу котла, происходит неполное сгорание топлива, а значит и теплопроизводительность будет на минимуме.

Кратность обмена воздуха для газовых котлов согласно нормам должна составлять 3 раза в час. При расчете вентиляции ориентируются на примерную пропорцию потребления кислорода. Принято считать, что при сжигании 1м³ газа требуется расходовать в 10 раз больше кислорода. Для производства 1кВт тепла требуется 0,12 м³газа. При мощности котла 35кВт требуется сжечь 4,2 м³ газа, а кислорода потребуется 42 м³.

Для вентиляции помещений с газовыми приборами целесообразно устраивать дублированную систему вентиляции, чтобы одна из них работала при любых обстоятельствах.

Для естественной вентиляции определяем объем помещения котельной:

$$V = 2,83 \cdot 4,5 \cdot 2,5 = 31,84 \text{ м}^3$$

Размер воздуховода определяется по формуле:

$$S = \frac{L}{3600 \cdot V}, \quad (72)$$

						ФТТ-408.08.03.01.2021.450 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Кол.уч	№док.	Лист	Подпись	Дата		115

где L – количество воздуха перемещаемого по элементу вентиляционной системы

V – допустимая скорость расчетного воздушного потока

$$S = \frac{31,84}{3600 \cdot 3} = 0,003 \text{ м}^2,$$

полученному значению соответствует воздуховод размером 100·150мм.

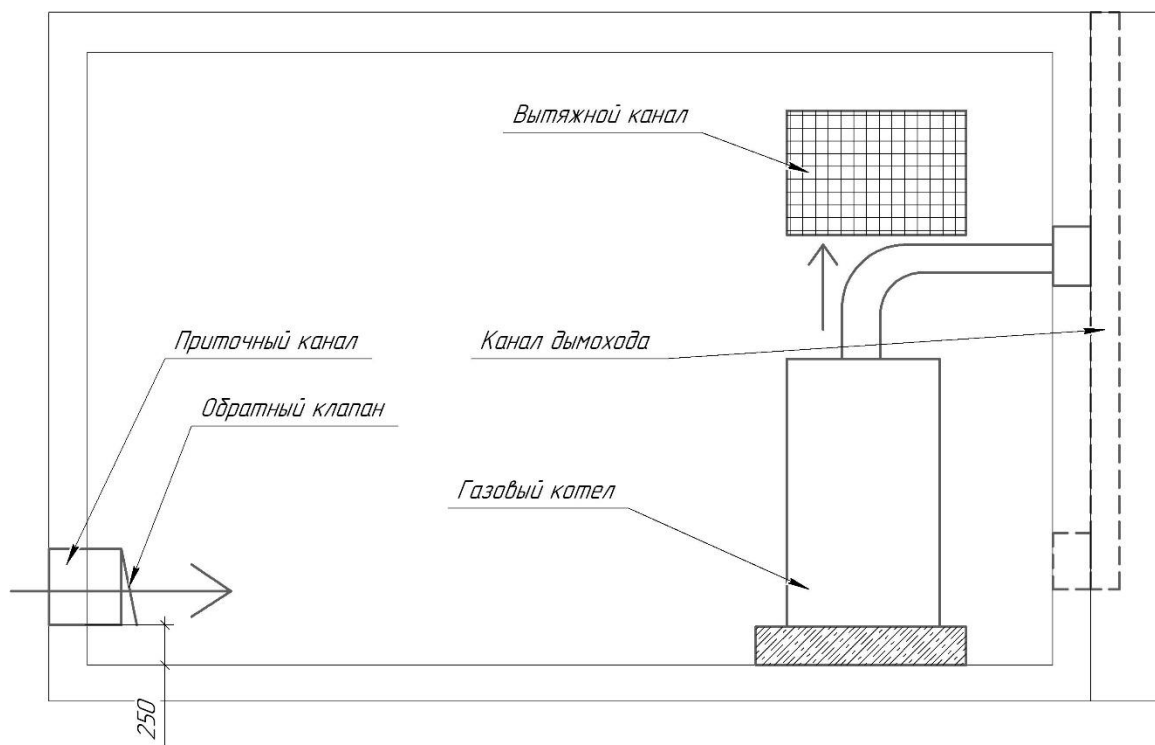


Рисунок 16 – Устройство газовой котельной

5.4 Расчет заземления

Исходные данные для расчета:

- напряжение – 220в;
- мощность источника питания сети – 100кВа;
- сеть с заземленной нейтралью;
- форма вертикальных электродов – уголок 63·6мм;
- длина вертикального электрода – $l=2$ м;
- глубина размещения вертикальных электродов $h=0,7$ м;
- отношение расстояний между заземлителями к их длине составляет $a/l=2$;
- размеры контура заземления 50,4·14,1м;
- форма горизонтального электрода – полоса шириной 40·5мм;
- грунт – суглинок;

						ФТТ-408.08.03.01.2021.450 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Кол.уч	№док.	Лист	Подпись	Дата		116

– характеристика климатической зоны: средняя многолетняя высшая температура $t=15^{\circ}\text{C}$

Для установок с напряжением до 1000В и мощностью источника питания сети свыше 100кВА допустимое сопротивление растеканию тока $R_d = 4\text{Ом}$.

Тип заземляющего устройства – контурный (размер контура 50,4·14,1).

Рассчитаем параметры заземлителя.

Суммарная длина горизонтального электрода $l_1=2(50,4+14,1) = 129\text{м}$.

Расстояние между вертикальными электродами принимают не менее 2,5 – 3м, принимаем количество вертикальных электродов $n=43$ шт.

Расчетное значение удельного сопротивления грунта

$$\rho = \rho_{\text{гр}} \cdot K_{\text{п}} \quad (73)$$

для вертикального заземлителя:

$$\rho = \rho_{\text{гр}} \cdot K_{\text{п}} = 28 \cdot 2 = 56 \text{ Ом}$$

для горизонтального заземлителя:

$$\rho = 28 \cdot 7 = 196 \text{ Ом}$$

Сопротивление одиночного вертикального заземлителя R_B :

$$R_B = 0,366 \frac{43}{2} \lg \frac{2 \cdot 2}{0,95 \cdot 0,04} + \lg \frac{4(1+0,7)+2}{4(1+0,7)-2} = 38,02 \text{ Ом}$$

Сопротивление вертикального заземлителя R_r :

$$R_r = 0,366 \frac{168}{144} \lg \frac{144}{0,5 \cdot 0,012 \cdot 0,7} = 0,5 \text{ Ом}$$

$$R_r = 0,366 \frac{168}{144} \lg \frac{144}{0,5 \cdot 0,012 \cdot 0,7} = 0,5 \text{ Ом}$$

Расчетное сопротивление заземлителя:

$$R_3 = \frac{R_B \cdot R_r}{R_B \eta + R_r \eta \eta}, \quad (74)$$

$$R_3 = \frac{38,02 \cdot 0,5}{38,02 \cdot 0,4 + 0,5 \cdot 0,68 \cdot 43} = 0,637 \text{ Ом}$$

Так как условие $R_s = 0,637 \text{ Ом} < R_d = 4 \text{ Ом}$, выполняется, расчет защитного заземления выполнен верно.

						ФТТ-408.08.03.01.2021.450 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Кол.уч	№док.	Лист	Подпись	Дата		117

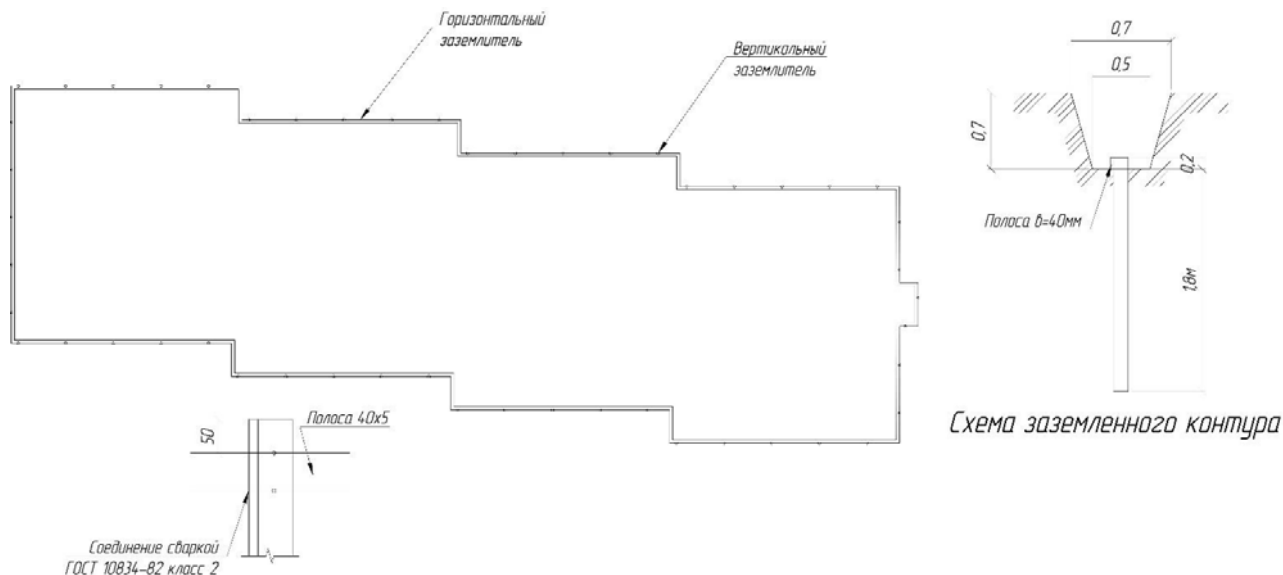


Рисунок 17 – Схема заземления по наружному периметру здания

Выводы по разделу 5

В разделе предусмотрены требования к эксплуатации газовой котельной. выполнен расчет вентиляции котельной и расчет заземления наружного контура

						ФТТ-408.08.03.01.2021.450 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Кол.уч	№док.	Лист	Подпись	Дата		118

6 ЭКОЛОГИЯ

6.1 Воздействие строительства на биосферу

Биосфера — оболочка Земли, заселённая живыми организмами и преобразованная ими. Биосфера начала формироваться не позднее, чем 3,8 млрд. лет назад, когда на нашей планете стали зарождаться первые организмы. Биосфера включает в себя верхние слои литосферы, в которых живут организмы, всю гидросферу и нижние слои атмосферы. Человек тоже является частью биосферы, его деятельность, в том числе и строительная, превосходит многие природные процессы, как сказал В. И. Вернадский: «Человек становится могучей геологической силой». Строительство – это один из мощнейших факторов воздействия на окружающую среду, который происходит на всех этапах строительной деятельности.

6.1.1 Воздействие строительства на атмосферу

Разрушительное воздействие на атмосферу, конечно же, оказывают и другие процессы, происходящие на строительной площадке, такие как распыление сыпучих загрязняющих веществ, цемента, извести, сжигание различных отходов и остатков строительных материалов, сброс отходов с этажей, без применения закрытых лотков и других накопителей мусора, приготовление различных изоляционных материалов и т.д.

Проектом организованы меры по предотвращению неблагоприятных воздействий:

– архитектурно–планировочные мероприятия, в частности, экологически целесообразное взаимное размещение источников выброса и населенных пунктов с учетом направлений ветра;

– после завершения всех этапов строительства, необходимо произвести высадку деревьев и кустарников. Этот вопрос освещается более подробно в пункте 1.5 «Рекультивация нарушенных при строительстве земель».

6.1.2 Воздействие строительства на гидросферу

						ФТТ-408.08.03.01.2021.450 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Кол.уч	№док.	Лист	Подпись	Дата		119

Водная оболочка Земли – необходимый и очень чувствительный к загрязнению и к другим видам воздействия компонент среды.

Основные виды воздействия строительства на водные системы;

– загрязнение и засорение (сточные воды с территории стройки, строительный мусор);

– изменение водного режима рек.

Мероприятия по защите гидросферы при строительстве:

– своевременные противоэрозионные мероприятия для предотвращения выноса загрязняющих веществ с территории строек, предусматривают ее ограждение с отводом поверхностных вод по системе лотков в отстойники с последующей их очисткой;

– организация регулярной уборки территории, установка специальных мест стоянок и мест заправки строительных машин и механизмов, упорядочивание складирования стройматериалов и т.д.;

– строгий контроль за расходом вод для различных нужд строительного процесса;

– мониторинг.

6.1.3 Воздействие строительства на литосферу

Верхний слой литосферы – это почва.

6.1.3.1 Воздействие строительства на почвы

Геологическое строение участка строительства сверху вниз представлено разновидностями грунтов:

1) ИГЭ № 1 Суглинок твердый зеленовато–серый, с гнездами щебня. Встречен грунт всеми скважинами. Пройденная мощность слоя 3,8–5,2м.

2) ИГЭ № 2 щебенистый грунт с суглинистым твердым коричневым заполнителем. Встречен грунт всеми скважинами. Пройденная мощность слоя 2,2–3,5м.

3) ИГЭ № 3 Сланцы гранато–слюдистые. Пройденная мощность слоя 6м.

Данные грунты непросадочные, ненабухающие, слабопучинистые. Прочность и осадки фундаментов не превышают нормативные.

Основными источниками загрязнения почвы при строительстве являются:

						ФТТ-408.08.03.01.2021.450 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Кол.уч	№док.	Лист	Подпись	Дата		120

- строительные материалы в момент их транспортировки и хранения, без соблюдения технических требований;
- смыв загрязненных вод с территории стройки;
- отходы, остающиеся после строительства и объектов (в красках окрашенных кирпичей, осыпавшейся штукатурки и в других покрытиях обнаруживается большое количество токсичных тяжелых металлов);
- захламление территории строек. В этом случае резко снижается биопродуктивность земель, почва и подземные воды загрязняются на многие десятки лет;
- почвы могут интенсивно загрязняться сверху в результате газопылевых выбросов, накапливающиеся в почве токсиканты длительное время будут представлять опасность для популяций любых организмов, включая человека;
- эрозия почв – разрушение и снос верхнего плодородного слоя ветром или водным потоком

Мероприятия по защите литосферы при строительстве:

- биологические способы очистки – поглощение загрязнителей растениями, грибами и т.п., и их последующее удаление.
- фитомелиорация – подбор наиболее терпимых данному загрязнителю видов растений.

В проекте предусмотрено:

- производство работ строго в зоне, отведенной стройгенпланом;
- установка на стройплощадке биотуалетов;
- упорядоченная транспортировка и складирование сыпучих и жидких материалов;
- сбор в специальные поддоны, устанавливаемые под специальные механизмы, отработанных нефтепродуктов, моторных масел и т.п. и их утилизацию.
- регулярный вывоз строительного мусора;
- организована механизированная уборка территории стройплощадки;
- после окончания строительства все временные сооружения разбираются и вывозятся.

						ФТТ-408.08.03.01.2021.450 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Кол.уч	№док.	Лист	Подпись	Дата		121

6.1.3.2 Рекультивация нарушенных при строительстве территорий

Рекультивация – комплекс работ, направленных на восстановление нарушенных территорий, а также на улучшение условий окружающей природной среды.

Работы по рекультивации нарушенных территорий обеспечиваются нормативно–инструктивными материалами.

Расчеты по рекультивации земель:

1) По инженерному плану определяется площадь застраиваемой территории, с которой необходимо снять плодородный слой:

$$S = a \cdot b \quad (75)$$

$$S = 55,2 \cdot 14,1 = 778,32 \text{ м}^2$$

2) Рассчитывается объем снимаемого плодородного слоя:

$$V = S \cdot h, \quad (76)$$

где h – мощность слоя ($\sim 0,4$ м)

$$V = 778,32 \cdot 0,4 = 311,33 \text{ м}^3$$

3) Вычисляется площади участков, которые нужно отвести для временного складирования во время строительства:

$$S_1 = V_1/H_1, \quad (77)$$

где V_1 – объем снимаемого плодородного слоя, м^3

H_1 – высота бурта (8 – 10 м)

$$S_1 = 311,33 \cdot 0,5/8 = 19,5 \text{ м}^2$$

При расчете площади складирования почвы учитываем бурты. При отсутствии подпорных устройств они применяются 30° .

4) Определяется объем почвы, необходимый для рекультивации земель V_p . Принимается территория, непосредственно прилегающая к объекту.

						ФТТ-408.08.03.01.2021.450 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Кол.уч	№док.	Лист	Подпись	Дата		122

$S_{\text{озелен}} для жилых территорий – 30\%$ от застраиваемой площади.

$$V_p = S_{\text{озелен}} \cdot h \quad (78)$$

$$S_{\text{озелен}} = 0,3 \cdot (55,2 \cdot 14,1) = 231,5 \text{ м}^2$$

$$V_p = 233,5 \cdot 0,4 = 93,4 \text{ м}^3$$

5) Избыток перегнойного слоя рассчитываем по формуле:

$$V_v = V - V_p \quad (79)$$

$$V_v = 311,33 - 93,4 = 217,93 \text{ м}^3$$

б) Основная цель биологической рекультивации, в основе которой лежит использование преобразовательных функций растительности, сводится к созданию на техногенных экотопах растительных сообществ различного назначения, играющих большую роль в оздоровление окружающей среды (посев травянистых представителей семейства бобовых).

Суть выполняемых работ по биологической рекультивации состоит в ускорении естественного самоочищения почв, максимальной мобилизации внутренних ресурсов биогеоценозов на восстановление своих первоначальных функций, при которых возможно развитие, рост и размножение основных компонентов почвенных и наземных биоценозов и формирование на нарушенной поверхности стабильного густого растительного покрова.

Конечной целью любой рекультивации земель является восстановление продуктивности нарушенных земель (в первую очередь, почвенно–растительного покрова) и их хозяйственной ценности, улучшение условий окружающей среды.

Новое озеленение представляет собой газоны с групповыми посадками в придомовых участках и вдоль проектируемых тротуаров. Для озеленения необходимо использовать особо пылеустойчивые деревья, такие как черемуха и клен, клен так же является и газоустойчивым. Сосна и береза, в свою очередь проявляют бактерицидные свойства. Вокруг проектируемых открытых автостоянок предусматривается озеленение в виде газонов с групповыми и картинными посадками деревьев, такие как дуб красный, рябина обыкновенная, клен

						ФТТ-408.08.03.01.2021.450 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Кол.уч	№док.	Лист	Подпись	Дата		123

остролистый. При проведении благоустройства необходимо соблюдать требования МГСЕ 1.01–98 (минимальные расстояния до зеленых насаждений).

6.1.4 Воздействие строительства на акустические системы

Техногенная составляющая биосферы — техносфера включает в себя такие факторы, как шум, вибрацию и другие физические воздействия, превышение которых приводит к акустическому загрязнению среды. Строительство вносит существенный вклад в развитие и этого вида загрязнения, объектом влияния которого в первую очередь становится человек.

Строительное производство загрязняет окружающую среду не только токсичными выбросами газов, сточными водами, отходами, но и сильным шумом.

Сильный механический шум возникает при эксплуатации строительного технологического оборудования (растворо- и бетономешалок, дробилок, грохотов, дозаторных устройств, вибраторов, пневматических молотков и др.). Интенсивный шум создает и строительный транспорт, особенно при движении по временным дорогам без подготовленного основания.

Для борьбы с шумом на строительных площадках применяют технику с электроприводом, гидроприводом, на пневмоколесном ходу и арочных шинах, переводят ДВС на газовое топливо, оборудуют их глушителями и т.д.

К технико-технологическим мерам снижения шума относят также внедрение бесшумных строительных инструментов и механизмов.

Однако любые противошумовые меры вряд ли дадут должный экологический эффект, если не будет понято главное: защита от шума — проблема не только техническая, но и социальная. Необходимо воспитывать звуковую культуру и осознанно не допускать действий, которые способствовали бы возрастанию шумового загрязнения среды.

Экологическая защита от сверхнормативной вибрации состоит в строгом нормировании вибрационных воздействий, уменьшение уровня источников, правильный выбор типов и конструктивных особенностей строительных объектов, противовибрационные экраны.

						ФТТ-408.08.03.01.2021.450 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Кол.уч	№док.	Лист	Подпись	Дата		124

6.1.5 Воздействие строительства на биотические сообщества

Нормальное состояние и функционирование биосферы, а, следовательно, и стабильность окружающей природной среды невозможны без обеспечения благоприятной среды обитания для всех биотических сообществ во всем их многообразии. Непродуманные строительные решения наносят экологический ущерб биотическим сообществам, как растительному миру – фитоценозам, так и животному — зооценозам.

Фитоценозы

Значительное воздействие строительство оказывает на фитоценозы — леса, а также нелесную древесно–кустарниковую растительность.

При строительных работах очень важно сохранить плодородный слой почвы. При необходимости его снимают и складывают в удобных местах для временного хранения.

Биологическая рекультивация проводится после технической (восстановление почв) с целью создания на подготовленных участках растительного покрова. С ее помощью восстанавливают продуктивность нарушенных земель, формируют зеленый ландшафт, создают условия для обитания животных, растений, микроорганизмов, закрепляют грунты от водной и ветровой эрозии и т.д.

Для компенсации уничтожаемого при застройке территории фитоценоза рекомендуется:

- 1) максимально сохранять древесную растительность путем правильного размещения зданий и сооружений, пересадки ее в преднулевом цикле работ и др.;
- 2) максимально увеличивать площади фитоценоза, используя любые неудобные для застройки пространство и поверхности (откосы насыпей, склоны оврагов, стены и крыши зданий и др.);

Зооценозы

Негативным воздействиям при строительстве подвергается и животный мир – зооценоз.

						ФТТ-408.08.03.01.2021.450 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Кол.уч	№док.	Лист	Подпись	Дата		125

Главнейшая экологическая функция животных — участие в биотическом круговороте веществ и энергии. Устойчивость экологической системы обеспечивается в первую очередь животными как наиболее мобильным элементом. На популяционно-видовом уровне это негативное воздействие проявляется в утрате биологического разнообразия, в сокращении численности и исчезновении отдельных видов животных.

6.2 Экологическая безопасность применяемых в строительстве материалов и изделий

В строительстве по соображениям экологической и общей безопасности могут применяться только те материалы и изделия, которые отвечают требованиям действующих ГОСТ, технических условий и обладают удовлетворительными санитарно-гигиеническими показателями.

Все строительные материалы являются нетоксичными, радиоационно безопасными и отвечают требованиям нормативных документов:

- ГОСТ Р ИСО 14001–2007 Системы экологического менеджмента.

Требования и руководство по применению

- ГОСТ Р ИСО 14031–2001 Управление окружающей средой. Оценивание экологической эффективности. Общие требования

- ГОСТ 17.1.1.01–77 Охрана природы. Гидросфера. Использование и охрана вод. Основные термины и определения

- ГОСТ 17.1.13–86. Общие требования к охране поверхностных вод от загрязнения.

В проекте применяются металлочерепица, газобетонные блоки, утеплитель «URSA». Эти материалы негорючие, экологичные, не выделяют вредные вещества в атмосферу. На все отделочные материалы также имеются пожарные и экологические сертификаты от КМ0 до КМ5.

						ФТТ-408.08.03.01.2021.450 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Кол.уч	№док.	Лист	Подпись	Дата		126

6.3 Экологические риски

Экологические риски в строительстве – это оценка вероятности появления негативных изменений в окружающей природной среде, вызванных воздействием строительства или предприятиям стройиндустрии. Под экологическим риском понимают также вероятностную меру опасности причинения вреда окружающей природной среде в виде возможных потерь за определенное время.

При оценке экологического риска в строительстве учитывают следующие факторы:

1) геологический – состояние геологической среды. Площадка, выбранная для строительства, является пригодной для застройки, грунты со специфическими свойствами не встречены. Грунтовые воды на период инженерно – геологических изысканий не выявлены, угрозы подтопления не выявлено.

2) технологический – при производстве работ, все технологические процессы и работы, выбраны с учетом безопасности, без влияния на окружающую среду, либо если и влияние присутствует, то оно не значительно.

3) конструктивный – здание отвечает всем требованиям по прочности, деформативности и коррозионной стойкости. При расчете конструкций учтены все нагрузки (постоянные, нагрузки от снега, ветровые, пульсационные, а так же собственный вес здания). Предусмотрена теплоизоляция наружных ограждающих конструкций (смотри теплотехнические расчеты), рассчитанная по современным нормативным документам.

6.4 Экологически безопасное строительство и устойчивое развитие

Под устойчивым развитием понимается развитие, которое отвечает современным экологическим, экономическим и социальным требованиям и в то же время не лишает возможности будущие поколения удовлетворять свои собственные нужды. Составной частью процессов, создающих условия для устойчивого развития, является устойчивое строительство – создание и ответственное поддержание здоровой искусственной среды обитания, основанной на эффективном использовании природных ресурсов и экологических принципах.

						ФТТ-408.08.03.01.2021.450 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Кол.уч	№док.	Лист	Подпись	Дата		127

Строительство данного объекта отвечает требованиям концепций устойчивого развития и устойчивого строительства, так как обеспечивается минимизация негативных воздействий на природные объекты, применяются экологически безопасные строительные материалы и технологии, обеспечивается снижение электропотребления и исключаются теплопотери при эксплуатации здания благодаря применению современных теплоизоляционных материалов, приводится рекультивация нарушенных строительством территорий, используются возобновляемые природные ресурсы.

Выводы по разделу 6

Экология в современном, динамично развивающемся мире должна стоять в главном приоритете интересов человека для передачи этой функции уже будущим поколениям.

1. При производстве строительно –монтажных работ вредных воздействий на биосферу не обнаружено.
2. При строительстве применяются материалы, не выделяющие вредные вещества, имеющие пожарный и экологический сертификат.
3. Экологические риски отсутствуют.
4. При производстве строительно-монтажных работ ущерб, причиняемый природной среде, биологическому разнообразию и здоровью человека минимизирован.

						ФТТ-408.08.03.01.2021.450 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Кол.уч	№док.	Лист	Подпись	Дата		128

7 ЭКОНОМИКА СТРОИТЕЛЬСТВА

7.1 Сметный расчет

Сметный расчет в выпускной квалификационной работе составлен в форме локальной сметы на общестроительные работы. Показатели сметы формируются в соответствии Методики определения стоимости строительной продукции на территории РФ (МДС 81–35–2004) принят и введен в действие с 9.03.2004 г. постановлением Госстроя России № 15/1 от 5.03.2004 г.

Локальная смета выполнена в сметном программном комплексе (Гранд–Смета) (приложение А). Сметная стоимость на общестроительные работы определена на основании ТЕР–2001 для Челябинской области.

Перевод в текущий уровень цен выполнен ресурсным методом на основании постановления Министерства тарифного регулирования и энергетики Челябинской области № 12/1 на 2 квартал 2021 г.

Программный комплекс позволяет полностью автоматизировать работы, связанные с выпуском проектно–сметной документации на любые виды работ.

7.2 Техничко–экономические показатели

Таблица 15 – Техничко–экономические показатели

Наименование	Ед.изм.	Количество
Общая площадь здания	м ²	1198,08
Строительный объем здания	м ³	10780,56
Общая стоимость в базовых ценах 2001г.	тыс.руб	28396,81
Общая стоимость в текущих ценах 2021г.	тыс.руб.	36727,84
Стоимость м ² в базовых ценах	руб.	19530
Стоимость м ² в текущих ценах	руб.	30660
Нормативная трудоемкость	чел.–час.	39945,3
Фонд оплаты труда	тыс.руб.	4281,389
Продолжительность строительства	месяц	8

						ФТТ-408.08.03.01.2021.450 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Кол.уч	№док.	Лист	Подпись	Дата		129

7.3 Сравнение вариантов фундаментов здания

Таблица 16 – Сравнение вариантов

Наименование	Вариант I Кладка стен из лег- кобетонных камней $V = 1,0 \text{ м}^3$	Вариант II Кладка стен кирпичных наружных из кирпича ке- рамического $V = 1,0 \text{ м}^3$
Сметная стоимость на 2 кв. 2021г. руб.	12035614	14535749,0
Трудоемкость чел./час	7589,48	9157,57
Трудоемкость маш./час	753,81	685,28

На основании полученных данных сравнения вариантов делаем вывод, что вариант стены, выполненной по технологии несъемной опалубки экономичнее.

Сравнение конструкций фундаментов представлено в приложении Б.

Выводы по разделу 7

В разделе представлен локальный сметный расчет на общестроительные работы, выполнено сравнение вариантов стен из кирпича глиняного обыкновенного и возведенной методом несъемной опалубки, выполнен расчет технико-экономических показателей проекта.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выпускная квалификационная работа предусматривает проектирование строительства таунхауса в городе Златоусте.

При проектировании разработаны планы этажей, цветовое решение фасадов, определено благоустройство территории после проведения строительно-монтажных работ. Определены общие теплопотери здания за отопительный период, расчет инфильтрации здания и теплотехнический расчет ограждающих конструкций.

В программе «Лира» рассчитаны конструктивные элементы кровли, определены их профили и проверки прочности, выполнен расчет ленточного фундамента под наружную стену.

Разработана технологическая карта на устройство стен методом несъемной опалубки, строительный генеральный план и календарный план на основе выполненных расчетов.

В разделе «Безопасность жизнедеятельности» определены требования к безопасному устройству газовой котельной, выполнен расчет вентиляции газовой котельной, расчет наружного заземления здания.

В разделе «Экология» рассмотрены вопросы воздействия строительства на биосферу, атмосферу, гидросферу, литосферу, определены экологические риски и безопасность материалов, применяемых при проведении строительно-монтажных работ.

В экономической части проекта выполнен сметный расчет на общестроительные работы и сравнение вариантов наружных ограждающих конструкций.

						ФТТ-408.08.03.01.2021.450 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Кол.уч	№док.	Лист	Подпись	Дата		131

БИБЛИОГРАФИЯ

- 1 СП 7.13130.2013 Отопление, вентиляция, кондиционирование
- 2 СП 12–135–2003 Безопасность труда в строительстве
- 3 СП 14.13330.2018 Строительство в сейсмических районах
- 4 СП 20.13330.2018 Нагрузки и воздействия
- 5 СП 22.13330.2016 Основания и фундаменты
- 6 СП 42.13330.2011 Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений.
- 7 СП 50.13330.2013 Тепловая защита зданий
- 8 СП 54.13330.2016 Здания жилые многоквартирные
- 9 СП 62.13330.2011 Газораспределительные системы
- 10 СП 64.13330.2017 Деревянные конструкции
- 11 СП 131.13330.2012 Строительная климатология
- 12 СП 402.1325800.2018 Здания жилые. Правила проектирования систем газоснабжения
- 13 СНиП 1.04.03–85 Нормы продолжительности строительства и задела в строительстве предприятий, зданий и сооружений.
- 14 ППБ 01–93 Правила пожарной безопасности в РФ
- 15 Аханов В.С. Справочник строителя.– Ростов–на–Дону: Феникс, 2002.
- 16 Берлинов М.В. Примеры расчёта оснований и фундаментов. – М.: Стройиздат, 1986.
- 17 Болдырев А.С. Строительные материалы. Справочник. – М.: Стройиздат, 1989.
- 18 Дикман Э. Р. Организация жилищно–гражданского строительства. – М.: Стройиздат, 1989.
- 19 Соколов Г.К. Технология и организация строительства. М.: Акад., 2002.
- 20 Хамзин С.К. Технология строительного производства, курсовое и дипломное проектирование. – М.: Высшая школа, 1996.

						ФТТ-408.08.03.01.2021.450 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Кол.уч	№док.	Лист	Подпись	Дата		132

21 Шерешевский И.А. Конструирование гражданских зданий. – М.: Стройиздат,1981.

22 Титов В. П. курсовое и дипломное проектирование по вентиляции гражданских и промышленных зданий М.: Стройиздат,1985.

23 ЕНиР 2 Земляные работы

24 ЕНиР 3 Кладка стен из кирпича

25 ЕНиР 4 Монтаж сборных и устройство монолитных железобетонных конструкций

26 ЕНиР 6 Плотничные и столярные работы

27 ЕНиР7 Кровельные работы

28 ЕНиР 8 Отделочные работы

29 ЕНиР11Изоляционные работы

30 ЕНиР19 Устройство полов

31 ГОСТ 13579–78

32 ГОСТ 12.1.005–85

33 ГОСТ 27751

34 ГОСТ 26633–91

35 ГОСТ Р 56288

36 ГОСТ Р ИСО 14001–2007 Системы экологического менеджмента. Требования и руководство по применению

37 ГОСТ Р ИСО 14031–2001 Управление окружающей средой. Оценивание экологической эффективности. Общие требования

38 ГОСТ 17.1.1.01–77 Охрана природы. Гидросфера. Использование и охрана вод. Основные термины и определены

39 ГОСТ 17.1.13–86· Общие требования к охране поверхностных вод от загрязнения.

40 МДС41–2.2000 Инструкция по размещению тепловых агрегатов. предназначенных для отопления и горячего водоснабжения многоквартирных или блокированных жилых домов

						ФТТ-408.08.03.01.2021.450 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Кол.уч	№док.	Лист	Подпись	Дата		133

41 МДС 81–35–2004 Методика определения стоимости строительной
продукции на территории РФ

						ФТТ-408.08.03.01.2021.450 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Кол.уч	№док.	Лист	Подпись	Дата		134

ЛОКАЛЬНЫЙ СМЕТНЫЙ РАСЧЕТ № 1
(локальная смета)

на _____ **общестроительные работы** _____
(наименование работ и затрат, наименование объекта)

Основание: чертежи
Сметная стоимость строительных работ _____ 36727,84 тыс.руб.
Средства на оплату труда _____ 4281,389 тыс.руб.
Сметная трудоемкость _____ 39945,3 чел.час
Трудозатраты механизаторов _____ 3946,8 чел.час
Составлен(а) в текущих (прогнозных) ценах по состоянию на _ 2021г.

№ пп	Обоснование	Наименование	Ед. изм.	Кол.	Стоимость единицы, руб.			Общая стоимость, руб.			Т/з осн. раб. на ед.	Т/з осн. раб. Всего	Т/з мех. на ед.	Т/з мех. Всего		
					Всего	В том числе		Всего	В том числе							
						Осн.З/п	Эк.Маш		З/пМех	Осн.З/п					Эк.Маш	З/пМех
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Раздел 1. Земляные работы																
	ТЕР01-01-030-03	Срезка растительного грунта бульдозером мощностью 59(80)кВт(л.с.) 3 группа грунта	1000м3	0.185	1068.29		1068.29	209.74	197		197	39			14.96	2.7
1	ТЕР01-02-027-03	Планировка площадей механизированным способом, группа грунтов 3	100 м2 спланированной площади	12.3	16.51		16.51	2.43	203		203	30			0.15	1.85
2	ТЕР01-01-013-09	Разработка грунта с погрузкой на автомобили-самосвалы экскаваторами с ковшом вместимостью 0,65 (0,5-1) м3, группа грунтов 3	1000 м3 грунта	0.24	5869.68	147.51	5716.07	707.09	1409	29.4	1372	170	14.96	3.6	43.3	8.6
3	С601-9005	Перевозка грузов автомобилями-самосвалами (работающими вне карьеров): расстояние 5 км, класс груза I	т	408	10.3		10.3		4202		4202					
4	ТЕР01-01-016-02	Работа на отвале, группа грунтов 2,3	1000 м3 грунта	0.24	398.25	35.99	357.38	64.83	95.6	8.6	63	12.8	3.65	0.8	3.97	0.95
5	ТЕР01-01-003-09	Разработка грунта в отвал экскаваторами "драглайн" или "обратная лопата" с ковшом вместимостью 0,65 (0,5-1) м3, группа грунтов 3	1000 м3 грунта	1.563	4342.25	130.35	4211.9	472.1	6786.94	203.74	6583.2	737.89	13.22	20.66	28.91	45.19

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
6	ТЕР01-02-057-02	Доработка грунта вручную группа грунтов 2	100 м3 грунта	0.045	1518.44	1518.44			880.7	880.7	?		154	89.32		
7	ТЕР01-01-033-03	Засыпка траншей и котлованов с перемещением грунта до 5 м бульдозерами мощностью 59 (80) кВт (л.с.), 3 группа грунтов	1000 м3 грунта	4.25	739.81		739.81	145.25	3144		3144	617			10.36	44.03
8	ТЕР01-02-005-01	Уплотнение грунта пневматическими трамбовками, группа грунтов 1, 2	100 м3 уплотненного грунта	42.5	336.85	135.07	201.78	37	14314	5737	8575.6	1572.5	12.53	532.5	3.04	129
Итого прямые затраты по разделу в ценах 2001г.									87363.34	3811.02	83520.18	3894.83		367.56		253.47
Накладные расходы									7179.11							
Сметная прибыль									3805.78							
Итого по разделу 1 Земляные работы									98348.23					367.56		253.47
Раздел 2. устройство фундаментов																
9	ТЕР08-01-002-02	Устройство основания под фундаменты щебеночного (М 1200 фр.20-40)	1 м3 основания	34.9	229.47	24.77	40.43	6.72	8008.5	864.47	1411.01	234.53	2.4	83.76	0.54	18.85
10	ТЕР07-01-001-02	Укладка блоков и плит ленточных фундаментов при глубине котлована до 4 м, массой конструкций до 1,5 т	шт.	180	73.33	10.26	37.33	4.97	13199.4	1846.8	6719.4	894.6	0.92	165.6	0.31	55.8
11	СЦМ-441-1000-6	Блоки и плиты фундаментные, подкладные, опорные, анкерные; башмаки и подпятники, балластные грузы, якоря: прямоугольные, трапециевидные, с овальной плоскостью и круглые, плоские, объемом: более 0,2 до 1 м3	м3	66.6	1110				73926							
12	ТЕР07-05-001-02	Установка блоков стен подвалов массой до 1 т	шт.	2688	56.85	8.2	32.79	3.97	152812.8	22041.6	88139.52	10671.36	0.74	1989.12	0.24	645.12
13	СЦМ-403-0003	Блоки бетонные для стен подвалов на цементном вяжущем сплошные М100, объемом менее 0,3 м3	м3	787.6	803				632442.8							
14	ТЕР06-01-035-01	Устройство поясов железобетонных в опалубке В 15 (М200 фр. 20-40)	м3	61.9	922.68	115.24	84.81	11.6	57113.89	7133.36	5249.74	718.04	10.16	628.9	0.71	43.95
15	СЦМ-204-0021	Горячекатаная арматурная сталь периодического профиля класса А-III диаметром 10 мм	т	4.5	8440				37980							
16	ТЕР08-01-003-03Б	Гидроизоляция стен, фундаментов горизонтальная бикростом	100 м2 изолируемой поверхности	1.07	6017.34	216.68	177.38		6438.55	231.85	189.8		20.1	21.51		
17	ТЕР08-01-003-07	Гидроизоляция боковая обмазочная битумная в 2 слоя по выравненной поверхности бутовой кладки, кирпичу, бетону	100 м2 изолируемой поверхности	13.81	1563.37	255.25	82.14		21590.14	3525	1134.35		21.2	292.77		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Итого прямые затраты по разделу в ценах 2001г.									1047810.32	41180.36	115047.34	15206.53		3665.5		951.88
Накладные расходы									70951.64							
Сметная прибыль									46115.78							
Итого по разделу 2 Устройство фундаментов									1164877.74					3665.5		951.88
Раздел 3. стены и перегородки																
18	ТЕР08-03-002-01	Кладка стен из легкобетонных камней без облицовки при высоте этажа до 4 м	1 м3 кладки	1220	676.65	48.38	40.81	7.19	825513	59023.6	49788.2	8771.8	4.43	5404.6	0.44	536.8
19	ТЕР08-03-002-01	Кладка стен из легкобетонных камней без облицовки при высоте этажа до 4 м(внутренние стены)	1 м3 кладки	493.2	676.65	48.38	40.81	7.19	333723.78	23861.02	20127.49	3546.11	4.43	2184.88	0.44	217.01
20	ТЕР10-04-010-01	Устройство перегородок в жилых зданиях на однорядном металлическом каркасе с двухсторонней обшивкой гипсокартонными листами толщиной 14 мм в один слой без изоляции	100 м2 перегородок за вычетом проемов	3.74	18229.02	2640.29	148.38	8.16	68176.53	9874.68	554.94	30.52	229.99	860.16	0.5	1.87
21	ТЕР07-05-007-10	Укладка перемычек массой до 0,3 т	шт.	416	12.12	1.95	8.42	1.48	5041.92	811.2	3502.72	615.68	0.18	74.88	0.09	37.44
22	СЦМ-442-0901	Перемычки брусковые, марка: ППБ 13-1	шт.	416	20				8320							
Итого прямые затраты по разделу в ценах 2001г.									1240775.23	93570.5	73973.35	12964.11		8524.52		793.12
Накладные расходы									130046.89							
Сметная прибыль									83829.18							
Итого по разделу 3 Новый Раздел									1454651.3					8524.52		793.12
Раздел 4. перекрытие и покрытие																
23	ТЕР07-05-011-06	Установка панелей перекрытий с опиранием на 2 стороны площадью до 10 м2	шт.	294	151.26	37.79	46.46	7.42	44470.44	11110.26	13659.24	2181.48	3.14	923.16	0.45	132.3
24	СЦМ-444-2101-11	Плиты, панели перекрытий из тяжелого бетона, а также легких бетонов, плотностью 1600 кг/м3 и более. Многупустотные панели, марки: ПК 63.12-6, S(м2)=7,47	м2	2196.18	212				465590.16							
Итого прямые затраты по разделу в ценах 2001г.									510060.6	11110.26	13659.24	2181.48		923.16		132.3
Накладные расходы									20602.2							
Сметная прибыль									13291.74							
Итого по разделу 4 перекрытие и покрытие									543954.54					923.16		132.3
Раздел 5. лестницы																
25	ТЕР07-05-014-01	Установка лестничных площадок массой до 1 т	шт.	48	73.05	21.71	44.94	7.66	3506.4	1042.08	2157.12	367.68	1.87	89.76	0.47	22.56

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
26	СЦМ-498-4901	Лестничные площадки с мозаичным покрытием ЛП	шт.	48	1592				76416							
27	ТЕР07-05-014-05	Установка лестничных маршей со сваркой массой до 1 т	шт.	48	123.52	28.45	68.09	9.17	5928.96	1365.6	3268.32	440.16	2.42	116.16	0.56	26.88
28	СЦМ-498-4910	Лестничные марши ЛМ	шт.	48	978				46944							
29	ТЕР07-05-016-02	Устройство металлических ограждений с поручнями из хвойных пород	100 м ограждений	1.5	32327.6	1793.86	286.52	4.42	48491.4	2690.79	429.78	6.63	147.4	221.1	0.41	0.62
Итого прямые затраты по разделу в ценах 2001г.									181286.76	5098.47	5855.22	814.47		427.02		50.06
Накладные расходы									9165.06							
Сметная прибыль									5912.94							
Итого по разделу 5 лестницы									196364.76					427.02		50.06
Раздел 6. проемы																
30	ТЕР10-01-039-01	Установка блоков в наружных и внутренних дверных проемах в каменных стенах площадью проема, м2 до 3	м2 проема	35.2	51.31	12.12	13.72	1.85	1806.11	426.62	482.94	65.12	1.04	36.61	0.11	3.87
31	СЦМ-203-0217-1	Блоки дверные наружные с щитовыми глухими полотнами и со сплошным заполнением щита, облицованные сверхтвердыми древесноволокнистыми плитами ГОСТ 24698 с покрытием олифой (грунтовкой)	м2	35.2	240				8448							
32	СЦМ-101-0887	Скобяные изделия для блоков входных однопольных	комплект	16	158				2528							
33	ТЕР10-01-039-03	Установка блоков в наружных и внутренних дверных проемах в перегородках площадью проема, м2 до 3	м2 проема	219.24	70.94	13.04	3.76		15552.89	2858.89	824.34		1.15	252.13		
34	СЦМ-203-0199-1	Блоки дверные внутренние глухие и под остекление с мелкопустотным (решетчатым) заполнением полотном, оклеенных твердыми древесноволокнистыми плитами ГОСТ 6629 с покрытием олифой (грунтовкой) однопольные с полотном глухим: ДГ 21-9 пл. 1,80 м2 (олиф.) ДГ 21-10 пл. 2,01 м2 (олиф.)	м2	219.24	243				53275.32							
35	СЦМ-101-0889	Скобяные изделия для блоков входных дверей в помещении однопольных	комплект	114	62.3				7102.2							

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
36	ТЕР10-01-027-03А	Установка в жилых и общественных зданиях блоков оконных из ПВХ профилей совместно с подоконной доской, в каменных стенах площадью проема до 2 м2	м2 проема	179.4	162.18	31.03	10.91	1.32	29095.09	5566.78	1957.25	236.81	2.77	496.94	0.08	14.35	
37	СЦМ-207-9001-42	Оконный блок из ПВХ профилей с однокамерным стеклопакетом (2 стекла).	м2	179.4	1180				211692								
38	СЦМ-207-9002-5	Доски подоконные пластиковые толщ. 20 мм шириной, мм: 300	м	128	192				24576								
Итого прямые затраты по разделу в ценах 2001г.									354075.61	8852.29	3264.53	301.93		785.68		18.22	
Накладные расходы									10801.98								
Сметная прибыль									5767.16								
Итого по разделу 6 проемы									370644.75					785.68		18.22	
Раздел 7. кровля																	
39	ТЕР12-01-013-05	Утепление покрытий плитами из легких (ячеистых) бетонов или фибролита насухо	100 м2 утепляемого покрытия	9.94	1034.01	365.44	298.58	31.19	10267.72	3628.82	2964.9	309.72	33.9	336.63	1.91	18.97	
40	СЦМ-101-0741	Листы гипсокартонные ГОСТ 6266 обычные (ГКЛ), толщиной, мм: 12,5 993м2*1,03	м2	1022.8	29.6				30274.88								
41	ТЕР12-01-013-01	Утепление покрытий плитами из пенопласта полистирольного на битумной мастике в один слой	100 м2 утепляемого покрытия	9.94	1480.64	273.13	196.89	10.02	14702.76	2712.18	1955.12	99.5	25.55	253.71	0.61	6.06	
42	СЦМ-104-0103-2	Плиты теплоизоляционные из пенопласта полистирольного ГОСТ 22546: ПСБС-15	м3	119.1	790				94089								
43	ТЕР10-01-002-01	Установка стропил	1 м3 древесины в конструкции	2.8	2048.98	253.19	43.89	2.45	5737.14	708.93	122.89	6.86	24.09	67.45	0.15	0.42	
44	ТЕР12-01-007-03А	Устройство простой кровли из металлочерепицы (с устройством обрешетки) по готовым прогонам	100 м2 кровли	9.94	22635.35	420.75	129.39	12.9	224769.03	4178.05	1284.84	128.1	38.53	382.6	0.79	7.84	
Итого прямые затраты по разделу в ценах 2001г.									379840.53	11227.98	6327.75	544.18		1040.39		33.29	
Накладные расходы									14112.27								
Сметная прибыль									7637.59								
Итого по разделу 7 кровля									401590.39					1040.39		33.29	
Раздел 8. полы																	
45	ТЕР11-01-001-02	Уплотнение грунта щебнем	100 м2	5.97	798.29	81.62	73.39	10.88	4765.79	487.27	438.14	64.95	7.7	45.97	0.88	5.25	
46	ТЕР11-01-002-09	Устройство подстилающих слоев бетонных В 7,5 (М100 фр.20-40)	1 м3 подстилающего слоя	80	589.93	18.58	0.25		50733.98	1597.88	21.5		1.8	154.8			

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
47	ТЕР11-01-015-01	Устройство покрытий бетонных толщиной 30 мм В15 (М200 фр.10-20)	100 м2 покрытия	8	2911.33	406.32	205.24	33.41	25037.44	3494.35	1765.06	287.33	40.43	347.7	2.84	24.42
48	ТЕР11-01-009-02	Устройство тепло- и звукоизоляции сплошной из плит древесноволокнистых мягких, толщ. 16 мм	100 м2 изолируемой поверхности	14.93	1409.66	79.47	76.68	1.72	18889.44	1064.9	1027.51	23.05	8.06	108	0.16	2.14
49	ТЕР11-01-011-01	Устройство стяжек цементных толщиной 20 мм М150	100 м2 стяжки	14.93	1998.81	397.08	32.28	13.69	26784.05	5320.87	432.55	183.45	39.51	529.43	1.27	17.02
50	ТЕР11-01-034-01Б	Устройство покрытий из досок ламинированных	м2 покрытия	1493.4	172.13	4.19	0.96	0.05	230654.2	5614.6	1286.4	67	0.35	469	0.005	6.7
51	ТЕР11-01-039-01	Устройство плинтусов деревянных	100 м плинтусов	15	737.81	82.47	7.71		10262.94	1147.16	107.25		7.65	106.41		
52	ТЕР11-01-004-03	Устройство гидроизоляции оклеечной рулонными материалами гидроизол на резино-битумной мастике первый слой	100 м2 изолируемой поверхности	0.92	3139.15	417.98	54.47	2.48	910.35	121.21	15.8	0.72	32.86	9.53	0.23	0.07
53	ТЕР11-01-011-01	Устройство стяжек цементных толщиной 20 мм М150	100 м2 стяжки	0.92	1998.81	397.08	32.28	13.69	579.65	115.15	9.36	3.97	39.51	11.46	1.27	0.37
54	ТЕР11-01-027-02	Устройство покрытий на цементном растворе из плиток керамических неглазурованных для полов многоцветных квадратных и прямоугольных	100 м2 покрытия	0.92	10218.17	1324.77	116.89	29.17	2963.27	384.18	33.9	8.46	119.78	34.74	2.66	0.77
55	ТЕР11-01-039-02	Устройство плинтусов цементных	100 м плинтусов	1.05	242.26	126.57	3.85		75.1	39.24	1.19		10.4	3.22		
Итого прямые затраты по разделу в ценах 2001г.									371656.21	19386.81	5138.66	638.93		1820.26		56.74
Накладные расходы									24631.66							
Сметная прибыль									15019.31							
Итого по разделу 8 полы									411307.18					1820.26		56.74
Раздел 9. отделочные работы																
56	ТЕР15-02-019-02	Сплошное выравнивание бетонных поверхностей (однослойная штукатурка) цементно-известковым раствором потолков	100 м2 оштукатуриваемой поверхности	16.32	1030.45	574.56	6.49	3.23	16816.94	9376.82	105.92	52.71	51.3	837.22	0.3	4.9
57	ТЕР15-04-005-04	Улучшенная окраска поливинилацетатными водоземulsionными составами внутри помещения по штукатурке потолков	100 м2 окрашиваемой поверхности	16.32	1470.09	611.23	15.84	0.22	23991.87	9975.27	258.51	3.59	53.9	879.65	0.02	0.33
58	ТЕР15-02-016-03	Улучшенная штукатурка поверхностей внутри здания цементно-известковым раствором по камню и бетону стен	100 м2 оштукатуриваемой поверхности	47.41	2557.69	1021.5	142.1	67.81	121260.08	48429.32	6736.96	3214.87	85.84	4069.67	6.29	298.21

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
59	ТЕР15-01-020-03	Облицовка стен керамическими белыми и одноцветными гладкими глазурованными плитками с карнизными, плинтусными и угловыми элементами на цементном растворе в общественных зданиях по кирпичу и бетону	100 м2 поверхности облицовки	4.39	18702.25	2980.53	23.1	9.34	82102.88	13084.53	101.41	41	256.5	1126.04	0.86	3.78	
60	ТЕР15-04-005-05	Улучшенная окраска поливинилацетатными водозмульсионными составами внутри помещения по сборным конструкциям, подготовленным под окраску стен	100 м2 окрашиваемой поверхности	43.02	844.08	288.15	9.85	0.11	36312.32	12396.21	423.75	4.73	25.41	1093.14	0.01	0.43	
61	ТЕР15-06-001-05	Оклейка обоями стен по листовым материалам, гипсобетонным и гипсолитовым поверхностям тисненными и плотными	100 м2	25.71	896.92	375.86	1.18	0.11	42605.02	9637	82.36	7.68	32.74	2285.25	0.01	0.7	
62	ТЕР15-04-025-04	Улучшенная окраска масляными составами по дереву заполнений проемов дверных к=2,7	100 м2 окрашиваемой поверхности	6.59	1723.89	1064.54	8.89	0.11	11360.44	7015.32	58.59	0.72	92.73	611.09	0.01	0.07	
63	ТЕР15-99-004-02	Наружная облицовка поверхности стен в вертикальном исполнении по металлическому каркасу (с его устройством) металосайдингом без пароизоляционного слоя	100м2	6.93	39638.62	1375.81	215.81	4.74	274695.64	9534.36	1495.56	32.85	118.4	820.51	0.29	2.01	
Итого прямые затраты по разделу в ценах 2001г.									566540.17	109811.83	9180.7	3350.47		9437.32		309.73	
Накладные расходы									118820.42								
Сметная прибыль									62239.27								
Итого по разделу 9 отделочные работы									747599.86					9437.32		309.73	
Раздел 10. разные работы(отмостка)																	
64	ТЕР11-01-002-04	Устройство подстилающих слоев щебеночных	1 м3 подстилающего слоя	10.4	229.37	25.8	39.89	6.7	2385.45	268.32	414.86	69.68	2.5	26	0.55	5.72	
65	ТЕР11-01-019-01	Устройство покрытий асфальтобетонных литых толщиной 25 мм	100 м2 покрытия	1.3	4038.39	301.24	24.08	7.91	5249.91	391.61	31.3	10.28	26.24	34.11	0.65	0.85	
66	ТЕР09-04-011-01	Монтаж каркасов ворот . без механизмов открывания	т	1.2	2914.91	589.83	1741.05	166.11	3497.89	707.8	2089.26	199.33	46.37	55.64	8.68	10.42	
67	СЦМ-201-9006-231	Панели ворот большепролетных зданий с обшивкой из тонколисто-вой стали (не оцинкованной)	т	1.2	13650				16380								

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
68	ТЕР15-04-030-01	Масляная окраска металлических поверхностей больших поверхностей (кроме кровель), количество окрасок 1	100 м2 окрашиваемой поверхности	1.44	613.58	108.42	3.11	0.11	883.56	156.12	4.48	0.16	9.68	13.94	0.01	0.01
Итого прямые затраты по разделу в ценах 2001г.									28396.81	1523.85	2539.9	279.45		129.69		17
Накладные расходы									1890.57							
Сметная прибыль									1411.93							
Итого по разделу 10 разные работы(отмостка)									31699.31					129.69		17
ИТОГИ ПО СМЕТЕ:																
Итого прямые затраты по смете в ценах 2001г.									3293275.5	555162.81	297306.68	43632.88		39945.34		3946.8
Накладные расходы									507021.69							
Сметная прибыль									281353.63							
Итого									4081650.82					39945.34		3946.8
Временные здания и сооружения 1,1%									44898.159							
Итого									4126548.98							
Зимние удорожание 1,7%									70151.3326							
Итого									4196700.31							
Непредвиденные расходы 2%									83934.0062							
Итого									4280634.32							
ИТОГО с коэфф перевода в цены 2021г. -7,15									30606535.4	3969414.1	2125742.76	311975.09				
НДС 20%									6121307.07							
ВСЕГО по смете									36727842.4	3969414.1	2125742.76	311975.09				

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
4	ТЕР08-02-001-01	Кладка стен кирпичных наружных простых при высоте этажа до 4 м из кирпича глиняного обыкновенного	1 м3 кладки	1220	798.03	56.75	37.1	6.53	973596.6	69235	45262	7966.6	5.4	6588	0.4	488
5	ТЕР08-02-001-07	Кладка стен кирпичных внутренних при высоте этажа до 4 м из кирпича глиняного обыкновенного	1 м3 кладки	493.2	800.46	54.76	37.1	6.53	394786.87	27007.63	18297.72	3220.6	5.21	2569.57	0.4	197.28
Итого прямые затраты по разделу в ценах 2001г.									1368383.47	96242.63	63559.72	11187.2		9157.57		685.28
Накладные расходы									151064.39							
Сметная прибыль									95943.86							
Итого по разделу 2 Стены Вариант 2									1615391.72					9157.57		685.28
Временные здания и сооружения 1,1% (ГСН81-05-01-2001)									17769.30892							
Итого									1633161.029							
Зимние удорожание 1,7%(ГСН81-05-02-2001)									27763.73749							
Итого									1660924.766							
Непредвиденные расходы 2%									33218.49533							
Итого									1694143.262							
ИТОГО с коэфф перевода в цены 2021г. 7,15									12113124.32							
НДС 20%									2422624.864							
ВСЕГО по варианту 2									14535749.19							

По итогам сравнения - 1 вариант, по смете, экономичнее

наименование	вариант 1	вариант 2
	по смете	
сметная стоимость	12035,61тыс.руб.	14535,74т руб. ыс
трудозатраты	7589.48	9157.57