

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Хакасский технический институт

институт

Строительство

кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

Г.Н. Шibaева

подпись      инициалы, фамилия

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2016 г.

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

08.03.01 «Строительство»

коди наименование направления

Мини-гостиница на спортивно-оздоровительной

тема

базе «Самохвал»

Пояснительная записка

Руководитель \_\_\_\_\_ канд.техн.наук, проф.Г.Н. Шibaева  
подпись, дата      должность, ученая степень инициалы, фамилия

Выпускник \_\_\_\_\_

подпись, дата

Д.М. Трунов

инициалы, фамилия

Абакан 2016

Продолжение титульного листа БР по теме Мини-гостиница на спортивно-оздоровительной базе «Самохвал»

Консультанты по  
разделам:

|  |       |   |
|--|-------|---|
| <u>Архитектурно-строительный</u><br>наименование раздела | _____ | <u>Г.Н.Шибеева</u><br>инициалы, фамилия |
|--|-------|---|

|  |       |  |
|--|-------|--|
| <u>Расчетно-конструктивный</u><br>наименование раздела | _____ | <u>Л.П. Нагрузова</u><br>инициалы, фамилия |
|--|-------|--|

|   |       |   |
|---|-------|---|
| <u>Основания и фундаменты</u><br>наименование раздела | _____ | <u>О.З.Халимов</u><br>инициалы, фамилия |
|---|-------|---|

|   |       |                                      |
|---|-------|--------------------------------------|
| <u>Технология и организация<br/>строительства</u><br>наименование раздела | _____ | <u>Е.Е. Ибе</u><br>инициалы, фамилия |
|---|-------|--------------------------------------|

|                                      |       |   |
|--------------------------------------|-------|---|
| <u>ОТиТБ</u><br>наименование раздела | _____ | <u>А.В. Демина</u><br>инициалы, фамилия |
|--------------------------------------|-------|---|

|   |       |  |
|---|-------|--|
| <u>Оценка воздействия на<br/>окружающую среду</u><br>наименование раздела | _____ | <u>Е.А. Бабушкина</u><br>инициалы, фамилия |
|---|-------|--|

|  |       |                                      |
|--|-------|--------------------------------------|
| <u>Экономика</u><br>наименование раздела | _____ | <u>Е.Е. Ибе</u><br>инициалы, фамилия |
|--|-------|--------------------------------------|

|                                 |       |  |
|---------------------------------|-------|--|
| Нормоконтролер<br>подпись, дата | _____ | <u>Г.Н. Шибеева</u><br>инициалы, фамилия |
|---------------------------------|-------|--|

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ЗАВЕДУЮЩЕГО КАФЕДРОЙ  
О ДОПУСКЕ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ К ЗАЩИТЕ**

Вуз (точное название) Хакасский технический институт – филиал  
ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет»

Кафедра Строительство

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Заведующего кафедрой Строительство  
(наименование кафедры)

Шибоевой Галины Николаевны  
(фамилия, имя, отчество заведующего кафедрой)

Рассмотрев бакалаврскую работу студента группы №32-1  
Трунова Дмитрия Михайловича  
(фамилия, имя, отчество студента)

выполненную на тему Мини-гостиница на спортивно-оздоровительной базе  
«Самохвал»

по реальному заказу \_\_\_\_\_  
(указать заказчика, если имеется)

с использованием ЭВМ \_\_\_\_\_  
(название задачи, если имеется)

Положительные стороны работы \_\_\_\_\_

в объеме \_\_\_\_\_ листов бакалаврской работы, отмечается, что работа  
выполнена в соответствии с установленными требованиями и допускается  
кафедрой к защите.

Зав. кафедрой Г.Н. Шибоева

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2016г.

## АННОТАЦИЯ

на бакалаврскую работу

Трунова Дмитрия Михайловича

(фамилия, имя, отчество)

на тему: «Мини-гостиница на спортивно-оздоровительной базе «Самохвал»»

*Актуальность тематики и ее значимость:* Актуальность строительства мини-гостиницы на спортивно-оздоровительной базе обусловлена постоянным и растущим спросом на туристические услуги в нашем городе. Благодаря необычному внешнему виду, мини-гостиница будет способна привлекать большое количество туристов.

*Расчеты, проведенные в пояснительной записке:* В пояснительной записке проведены расчет многпустотной плиты перекрытия, кирпичного простенка, фундаментов, расчет и подбор строительных материалов, машин и механизмов, календарного графика.

*Использование ЭВМ:* Во всех основных расчетных разделах бакалаврской работы, при оформлении пояснительной записки и графической части использованы стандартные и специальные строительные программы ЭВМ: Microsoft Office Word 2010, Microsoft Office Excel 2010, AutoCAD 2010, Internet Explorer, Grand Смета, ArchiCAD18, Artlantis Studio 5.0.

*Разработка экологических и природоохранных мероприятий:* Произведен расчет выбросов в атмосферу от различных воздействий, в работе предусмотрено использование экологически чистых материалов, а также предусмотрено озеленение и благоустройство территории.

*Качество оформления:* Пояснительная записка и чертежи выполнены с высоким качеством на ЭВМ. Распечатка работы сделана на лазерном принтере с использованием цветной печати для большей наглядности.

*Освещение результатов работы:* Результаты проведенной работы изложены последовательно, носят конкретный характер и освещают все этапы строительства.

*Степень авторства:* Содержание бакалаврской работы разработано автором самостоятельно.

Автор бакалаврской работы

\_\_\_\_\_   
подпись

Трунов Д.М.

(фамилия, имя, отчество)

Руководитель работы

\_\_\_\_\_   
подпись

Шибеева Г.Н.

(фамилия, имя, отчество)

## ABSTRACT

Author of the bachelor thesis Dmitry Trunov  
(first name, surname)

Theme: "Mini-hotel on the sports and recreation base "Samohval"

*The relevance of the work and its importance:* The relevance of building a mini-hotel on the sports and recreation base is conditioned by constant and growing demand for travel services in our city. Due to the unusual appearance, the mini-hotel will be able to attract a great number of tourists.

*Calculations carried out in the explanatory note:* In the explanatory note the calculations of the reinforced concrete slab, brick piers, foundations, calculation and selection of construction materials and machinery, the timetable have been made.

*Usage of computers:* In all parts of the bachelor thesis including the explanatory note and graphical part the computer standard and special building programs: Microsoft Office Word 2010, Microsoft Office Excel 2010, AutoCAD 2010, Grand Smeta, ArchiCAD 18, Artlantis Studio 5.0 have been used.

*The development of environmental measures:* The calculation of emissions into the atmosphere caused by a variety of impacts has been made, the use of eco-friendly materials has been provided in the work, as well as planting of greenery and improving the territory.

*Quality of presentation:* The explanatory note and drawings have been made with high quality using a computer. Printing work has been done with a laser printer using color prints for better visibility.

*Introduction of results:* The results of this work have been performed in sequence; they are specific and cover all stages of construction.

*Degree of authorship:* The content of the bachelor thesis has been developed by the author independently.

Author of the bachelor thesis \_\_\_\_\_  
signature

Dmitry Trunov  
(first name, surname)

Project supervisor \_\_\_\_\_  
signature

Galina Shibaeva  
(first name, surname)

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Хакасский технический институт – филиал СФУ

(институт)

Строительство

(кафедра)

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой

Г.Н. Шibaева  
(подпись) (инициалы, фамилия)

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2016 г

**ЗАДАНИЕ**  
**НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ**  
**в форме бакалаврской работы**  
(бакалаврской работы, дипломного проекта, дипломной работы, магистерской диссертации)

Студенту (ке) Трунову Дмитрию Михайловичу

(фамилия, имя, отчество студента(ки))

Группа 32-1 Направление (специальность) 08.03.01

(код)

Строительство

(наименование)

Тема выпускной квалификационной работы Мини-гостиница на спортивно-оздоровительной базе «Самохвал»

Утверждена приказом по университету № 158 от 29.02.2016 г.

Руководитель ВКР Г.Н. Шibaева, декан ФСТиМ, ХТИ

(инициалы, фамилия, должность и место работы)

Исходные данные для ВКР Геологический разрез

Перечень разделов ВКР архитектурно-строительный, расчетно-конструктивный, основания и фундаменты, технология и организация строительства, экономика, оценка воздействия на окружающую среду, безопасность жизнедеятельности

Перечень графического или иллюстративного материала с указанием основных чертежей, плакатов, слайдов 2-3 листа – архитектура, 1-2 листа – строительные конструкции, 1 лист – основания и фундаменты, 2 листа – технология и организация строительства

Руководитель ВКР \_\_\_\_\_

(подпись)

Г.Н. Шibaева

(инициалы и фамилия)

Задание принял к исполнению \_\_\_\_\_

Д.М. Трунов

(подпись, инициалы и фамилия студента)

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2016 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

|  |    |
|--|----|
| Введение .....   | 4  |
| 1 Архитектурно-строительный раздел .....   | 6  |
| 1.1 Решение генерального плана .....   | 6  |
| 1.2 Объемно-планировочное решение .....  | 7  |
| 1.3 Конструктивные решения .....   | 9  |
| 1.4 Наружная и внутренняя отделка .....  | 13 |
| 1.5 Теплотехнический расчет .....  | 16 |
| 1.6 Противопожарные мероприятия .....  | 21 |
| 2 Строительные конструкции .....   | 22 |
| 2.1 Компонировка конструктивной схемы перекрытия .....   | 22 |
| 2.2 Расчет и конструирование многослойной плиты .....  | 23 |
| 2.3 Расчет кирпичного простенка .....  | 36 |
| 3 Основания и фундаменты .....   | 42 |
| 3.1 Анализ инженерно-геологических условий .....   | 42 |
| 3.2 Обоснование выбора фундамента .....  | 43 |
| 3.3 Сбор нагрузок .....  | 44 |
| 3.4 Расчет фундамента на естественном основании .....  | 50 |
| 4 Технология и организация строительства .....   | 59 |
| 4.1 Описание технологии возведения здания .....  | 59 |
| 4.2 Разработка стройгенплана .....   | 68 |
| 5 Экономика строительства .....  | 72 |
| 6 Безопасность жизнедеятельности .....   | 74 |
| 7 Оценка воздействия на окружающую среду .....   | 81 |
| Заключение .....   | 84 |
| Список использованных источников .....   | 85 |
| Приложение А – Ведомость подсчета объемов работ  |    |
| Приложение Б - Калькуляция трудовых затрат   |    |
| Приложение В – Технологическая карта на монтаж сборных лестниц из железобетонных ступеней по стальным косоурам |    |
| Приложение Г – Локальный сметный расчет  |    |
| Приложение Д – Объектный сметный расчет  |    |
| Приложение Е – Сводный сметный расчет  |    |
| Приложение Ж – Оценка воздействия на окружающую среду, расчет в экологическом калькуляторе ОНД-86              |    |

## Введение

На современном этапе в экономике различных стран мира наблюдается растущая роль сферы услуг, которая становится ведущим сектором народного хозяйства, а также важнейшей сферой социальной, культурной жизни общества.

Анализ мировых тенденций в индустрии гостеприимства позволяет сделать вывод, что эта сфера деятельности имеет высокие темпы развития и приносит существенные доходы тем странам, где ей уделяется достаточно большое внимание. Современная отечественная индустрия гостеприимства находится в процессе становления, с большим трудом преодолевая препятствия, которые возникают на ее пути.

Поиск и использование новых для отечественного рынка форм организации бизнеса стали важным моментом для эффективного управления предприятиями индустрии гостеприимства. Имеющаяся в настоящее время практика функционирования российского гостиничного хозяйства не отвечает современным требованиям рынка, что выражается в низкой доходности предприятий, вызванной огромными издержками, связанными с эксплуатацией и управлением гостиницами.

Данной бакалаврской работой предусмотрено проектирование мини-гостиницы на спортивно-оздоровительной базе «Самохвал».

Площадка строительства располагается на территории Республики Хакасия в г. Абакан в районе Нижней Согры.

Республика Хакасия расположена в юго-западной части Восточной Сибири в левобережной части бассейна реки Енисей, на территориях Саяно-Алтайского нагорья и Хакасско-Минусинской котловины. Протяженность с севера на юг – 460 км, с запада на восток (в наиболее широкой части) – 200 км. На севере, востоке и юго-востоке Хакасия граничит с Красноярским краем, на юге — с Республикой Тыва, на юго-западе — с Республикой Алтай, на западе — с Кемеровской областью.

Абакан находится в умеренном резко континентальном климате. Погода определяется воздействием Сибирского антициклона зимой, определяющим морозную и сухую погоду в холодный период, и воздушных масс из Атлантики, приносящих летом тепло и влагу.

Зима в Абакане умеренно суровая и продолжительная – длится с ноября по март-апрель. Самый холодный месяц – январь, средняя температура воздуха которого составляет  $-25.5^{\circ}\text{C}$ . Самая низкая наблюдаемая температура воздуха составила  $-47^{\circ}\text{C}$ . Продолжительность холодного периода в среднем составляет 164 дня. Весна начинается в середине апреля. Лето в целом теплое – жара наблюдается редко, а заморозки могут случаться до июня. В самый теплый месяц – июль – средняя температура воздуха достигает  $+19.5^{\circ}\text{C}$  (максимальная историческая  $+39^{\circ}\text{C}$ ). Осень короткая – с сентября по конец октября.

За год выпадает 304 мм осадков, 88% которых приходится на период с апреля по октябрь. Самый дождливый месяц – июль.

Преобладают ветры юго-западного направления. В апреле и мае почти ежегодно наблюдаются ветры большой силы, достигающие скорости 17-20 м/с.

В геологическом строении площадки принимают участие осадочные отложения (C1), четвертичные элювиальные отложения (eQc1), и современные делювиальные (dQIV) и аллювиальные (aQIV) отложения. Аллювиально-делювиальные отложения представлены супесями твердыми. Элювиальные отложения – дресвяным и щебенистым грунтом с супесчаным заполнителем от 18 до 38%, а также супесями дресвяными твердыми. Ниже располагаются туффиты светло-зеленые с прослоями алевролитов коричневых.

Нормативная глубина сезонного промерзания грунтов – 2,9м

Сейсмичность данного участка – 7 баллов.

Актуальность строительства мини-гостиницы на спортивно-оздоровительной базе обусловлена постоянным и растущим спросом на туристические услуги в нашем городе.

С точки зрения архитектурно-композиционной задачи проектирования гостиниц необходимо учитывать важность архитектурного стиля здания, а также акцентную роль в городской застройке.

Таким образом, при проектировании мини-гостиницы на 30 человек было принято решение спроектировать его в форме короны. Благодаря необычному внешнему виду, мини-гостиница будет способна привлекать большое количество туристов, желающих отдохнуть в уютном и тихом месте, в окружении живой природы.

При этом, гостиница запроектирована с уникальной архитектурной выразительностью при небольших затратах.

# 1 Архитектурно-строительный раздел

## 1.1 Решение генерального плана

Участок для строительства мини-гостиницы на спортивно-оздоровительной базе «Самохвал» располагается на территории Республики Хакасия г. Абакан по улице Буденного.

Генеральный план проектируемого объекта разработан в соответствии с [1], [2] и противопожарными требованиями [3]. Представлен на листе 1 графической части.

Генеральный план участка местности имеет прямоугольную форму размером 235 x 160м (3,76га). На застраиваемой территории расположены: проектируемая мини-гостиница, парковка на 30 мест, зона отдыха, на которой имеется фонтан, скамейки с урнами, детская площадка, а также служебная зона, расположенная с другой стороны здания. Пешеходные дорожки выполнены из тротуарной плитки «булыжник», шириной не менее 1,5м [1], ширина проездов не менее 3м[3]. Участок озеленён деревьями, кустарниками и газоном.

Проектируемое здание четырехэтажное. Противопожарные разрывы между проектируемым зданием и существующими объектами принимаются в соответствии с табл. 1 [3].

Технико-экономические показатели застраиваемой территории:

- Площадь территории – 3,76га;
- Площадь застройки – 1,04га; 27,66%;
- Площадь озеленения – 2,72га; 72,34%;
- Площадь дорог и проездов – 5410м<sup>2</sup>; 14,39%;
- Площадь тротуаров – 2628м<sup>2</sup>; 6,98%;
- Площадь и продолжительность ж/д путей – 0;
- Протяженность ограждения – 0 км.

Расчет розы ветров производится по данным табл. 3.1 [4]. В первой строке в числителе повторяемость ветров (%), в знаменателе – скорость ветра по направлениям за январь/июль (м/с). Во второй строке числитель и знаменатель перемножаются, и находится сумма по строке. В третьей строке по каждому направлению находится процентное соотношение с суммой. По этим значениям строится диаграмма. 1мм = 1%.

Таблица 1.1 – Расчет розы ветров (январь)

| Пункт     | Январь           |                 |                 |                 |                  |                  |                |                  |
|-----------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|----------------|------------------|
|           | С                | СВ              | В               | ЮВ              | Ю                | ЮЗ               | З              | СЗ               |
| г. Абакан | $\frac{19}{3,2}$ | $\frac{1}{1,1}$ | $\frac{1}{1,3}$ | $\frac{7}{1,9}$ | $\frac{15}{3,6}$ | $\frac{36}{6,5}$ | $\frac{11}{4}$ | $\frac{10}{2,2}$ |
| Σ 430,5   | 60,8             | 1,1             | 1,3             | 13,3            | 54               | 234              | 44             | 22               |
| %         | 14,12            | 0,26            | 0,3             | 3,09            | 12,54            | 54,36            | 10,22          | 5,11             |

Таблица 1.2 – Расчет розы ветров (июль)

| Пункт     | Июль             |                 |                 |                 |                  |                  |                  |                 |
|-----------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|-----------------|
|           | С                | СВ              | В               | ЮВ              | Ю                | ЮЗ               | З                | СЗ              |
| г. Абакан | <u>29</u><br>3,6 | <u>8</u><br>2,8 | <u>6</u><br>2,5 | <u>8</u><br>2,8 | <u>15</u><br>2,8 | <u>17</u><br>4,3 | <u>10</u><br>3,8 | <u>7</u><br>3,3 |
| Σ340,4    | 104,4            | 22,4            | 15              | 22,4            | 42               | 73,1             | 38               | 23,1            |
| %         | 30,67            | 6,58            | 4,41            | 6,58            | 12,34            | 21,47            | 11,16            | 6,79            |

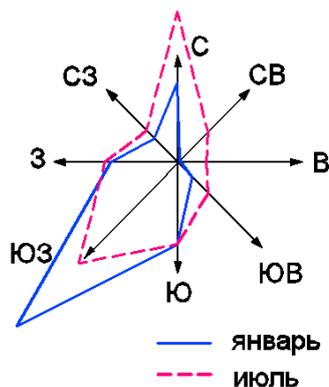


Рисунок 1.1 – Диаграмма розы ветров

Для данного района строительства преобладающими являются ветра юго-западного направления.

Здание ориентировано таким образом, чтобы обеспечивалось нормальное освещение и проветривание, а преобладающие ветра дуют в угол здания.

## 1.2 Объемно-планировочное решение

Здание мини-гостиницы предназначено для предоставления мест для проживания отдыхающим на спортивно-оздоровительной базе «Самохвал», а также для проведения различных мероприятий.

Мини-гостиница рассчитана на 30 человек, относится к гостиницам средней этажности и малой вместимости. Уровень комфорта – II разряд («две звезды») [6]. По назначению – туристическая гостиница.

Проектируемое здание имеет прямоугольную форму в плане, первый и второй этажи в осях 1-7, А-Г, третий этаж в осях 2-6, А-Г, четвертый этаж в осях 3-5, А-Г. Основные габариты здания в осях 25,5мх15,0м.

Все основные функциональные группы помещений имеют удобную функционально-технологическую взаимосвязь. Для кафе, расположенного на первом этаже, зона посетителей и производственная зона располагаются таким образом, что людские потоки посетителей не пересекаются с обслуживающим персоналом, функциональные группы помещений представлены на рисунке 1.2.

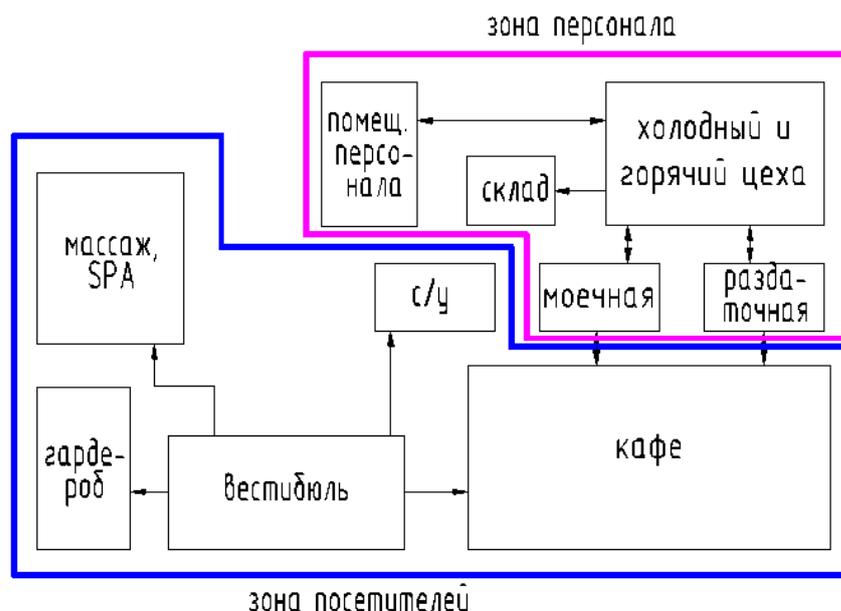


Рисунок 1.2 – Функциональные группы помещений кафе

Помещения гостиниц подразделяются на следующие функциональные группы:

На первом этаже:

- приемно-вестибюльная;
- жилая группа;
- группа помещений администрации;

На втором этаже:

- вспомогательные и хозяйственные помещения;
- помещения бытового обслуживания;
- жилая группа.

На третьем этаже:

- вспомогательные и хозяйственные помещения;
- жилая группа.

На четвертом этаже:

- жилая группа.

Схема функционального зонирования гостиницы представлена на рисунке 1.3. Планировочная структура гостиницы – коридорная, по обе стороны от коридора располагаются номера. Имеются гостиничные номера одноместные, двухместные, трехместные. В каждом расположен санузел с туалетом и душевой.

На первом этаже располагается номер для МГН с общей площадью  $22,94\text{м}^2$ . На втором этаже два одноместных номера, с площадью  $22,69\text{м}^2$  каждый; три двухместных номера с общей площадью  $22,75\text{м}^2$ ; и два трехместных номера с общей площадью  $38,53\text{м}^2$  и  $46,52\text{м}^2$ . На третьем этаже располагаются один одноместный номер с площадью  $22,69\text{м}^2$ ; три двухместных номера общей площадью  $22,34\text{м}^2$ ,  $22,15\text{м}^2$  и  $22,75\text{м}^2$ ; один трехместный двухкомнатный номер с площадью  $38,53\text{м}^2$ . На четвертом этаже располагается

один двухместный номер с общей площадью  $22,34\text{м}^2$ ; один трехместный двухкомнатный номер с площадью  $37,78\text{м}^2$ .

Общая площадь жилых помещений составляет  $299,06\text{м}^2$ . Общая площадь служебно-хозяйственной части –  $119,18\text{м}^2$ .

Для обеспечения вертикальной взаимосвязи помещений между этажами применяется лестничная клетка, ее размеры в осях  $6\times 3\text{м}$ .

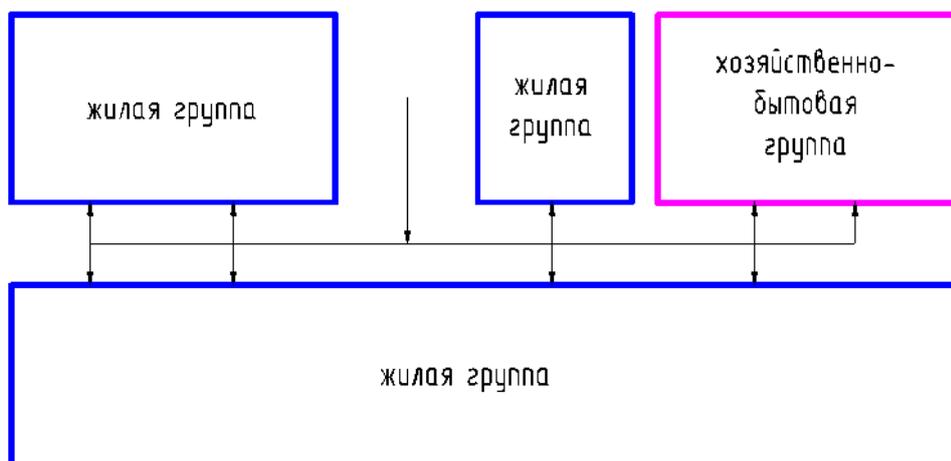


Рисунок 1.3 – Схема функционального зонирования гостиницы

В соответствии с требованиями [7] в здании предусмотрены эвакуационные выходы. Выход с первого этажа осуществляется через вестибюль и служебный вход. Со второго, третьего и четвертого этажей эвакуация предусматривается через лестничную клетку и вестибюль зданий, так как на каждом этаже одновременное пребывание не более 15 человек.

Технико-экономические показатели здания:

- Общая площадь –  $1071,79\text{м}^2$ ;
- Площадь застройки –  $514,9\text{м}^2$ ;
- Строительный объем –  $4352,4\text{м}^3$ ;
- Класс здания – II;
- Степень долговечности – II;
- Класс функциональной пожарной опасности Ф 1.2;
- Класс конструктивной пожарной опасности – С1;
- Степень огнестойкости – II;

### 1.3 Конструктивные решения

Здание мини-гостиницы относится к зданиям II степени ответственности. Проектируемое здание кирпичное, бескаркасное, с несущими продольными стенами. Высота всех помещений в чистоте  $3,0\text{ м}$  (п. 4.5 [5]).

**Фундаменты** запроектированы монолитные ленточные железобетонные. Ширина подошвы фундамента под несущие стены  $1700\text{мм}$ , высота подошвы  $300\text{мм}$ , под самонесущие стены ширина подошвы –  $600\text{мм}$ , высота –  $300\text{мм}$ . Фундаменты располагаются по всей длине кирпичных стен. Общий вид фундаментов представлен на рисунке 1.4.

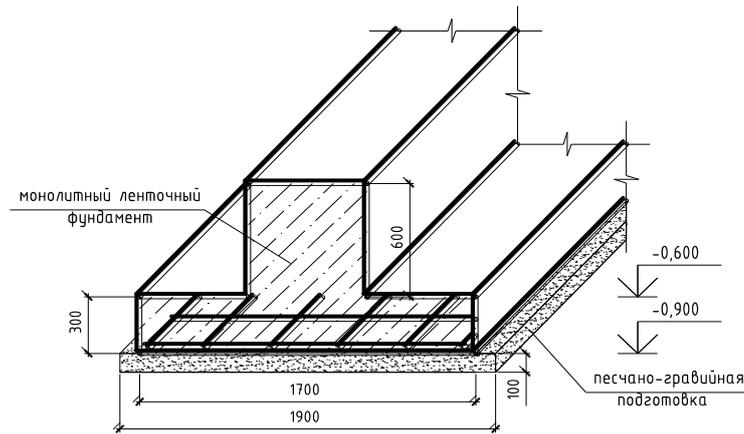


Рисунок 1.4 – Общий вид фундаментов

**Стены** выполняются из кирпича толщиной 380мм. В соответствии с теплотехническим расчетом (п. 1.5) утепляются минераловатными плитами П-125 ГОСТ 9673-96 толщиной 120мм, снаружи обшиваются керамогранитом по металлической обрешетке (рисунок 1.5). Общая толщина стены 510мм.

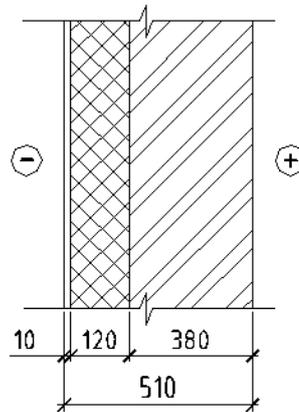


Рисунок 1.5 – Конструкция стены

**Перегородки** толщиной 250мм выполняются из пеноблоков марки D 600 [9], толщиной 120мм – из ГВЛ по металлическим профилям [10]. Для формирования каркасов устанавливаются стоечные, направляющие и угловые профили. Профили изготовлены из высококачественной оцинкованной стали. Профиль стоечный (ПС-профиль) имеет размеры 75x50мм; профиль направляющий (ПН-профиль) – 75x40мм; профиль угловой (ПУ-профиль) – 40x40мм. Крепление гипсоволокнистых листов к металлическому каркасу выполняют шурупами.

**Перекрытие** сборное железобетонное многпустотными плитами [11]. Устраивается монолитный антисейсмический пояс, который располагается по всем продольным и поперечным стенам с применением непрерывного армирования. Выпуски арматуры из плит анкеруются в антисейсмических поясах (рисунок 1.6).

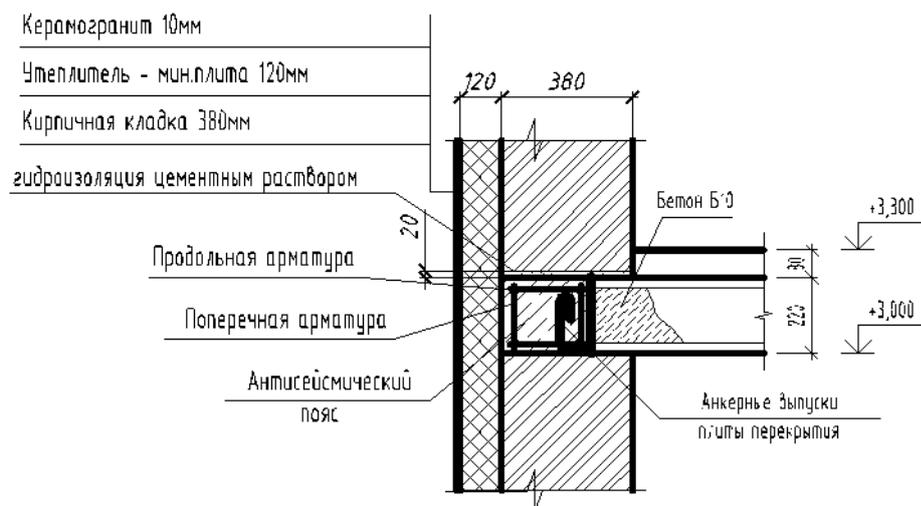


Рисунок 1.6 – Конструкция перекрытия

**Лестница** в проектируемом здании – двухмаршевая (рисунок 1.7). Предусмотрены сборные ж/б ступени по стальным косоурам[12]. Ступени с учетом сейсмики привариваются друг к другу через закладные детали. Ширина проступи 300мм, высота подступенка 150мм[13]. Ширина лестничного марша 1250мм, глубина площадки 1250мм. Уклон лестницы 1:2. Ограждения лестницы металлическое.

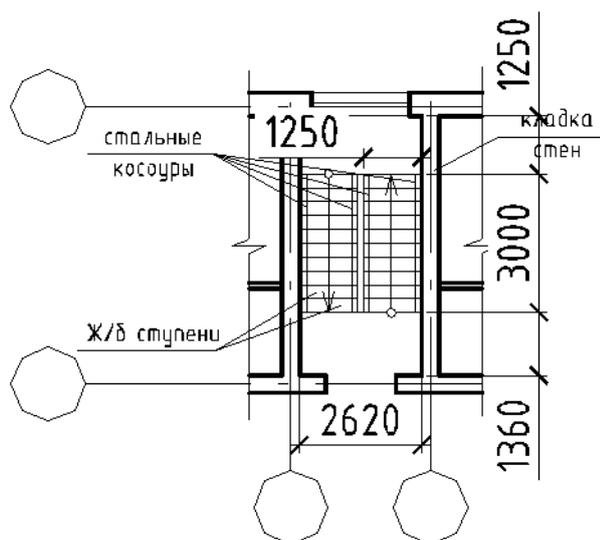


Рисунок 1.7 – Габариты лестницы

**Пандус** запроектирован на основании [14]. Уклон 1:20, ширина 1м, общая длина подъема 6м. Двойные поручни с обеих сторон пандуса на высоте 0,7 и 0,9м.

**Крыша** запроектирована двускатная, покрытие – металлочерепица, в соответствии с [15]. Для организации отвода воды с крыши у наружной части стен устраиваются водосточные трубы из оцинкованной стали диаметром 140мм. В качестве несущей конструкции приняты деревянные стропила. Стропильная конструкция состоит из мауэрлатов, на которые опираются стропильные ноги сечением 150x50мм, прогонов, лежней и стоек сечение 150x150мм. В качестве основания под кровлю служит обрешетка 60x60мм с

шагом 0,4м. Все деревянные изделия стропильной системы подвергаются обработке антисептиков и антипиренов.

**Полы** запроектированы с учетом требований [16]. На первом этаже полы устраиваются по лагам на кирпичных столбиках. Конструкция пола представлена на рисунке 1.8. Между кирпичным столбиком и лагами устраивается гидроизоляция, между лагами – утеплитель.

В качестве покрытия в кафе, вестибюлях, административных помещениях используется паркет [17], на кухне, санузлах – керамическая плитка [18], в жилых комнатах – линолеум [19], в подсобных помещениях – дощатый пол.

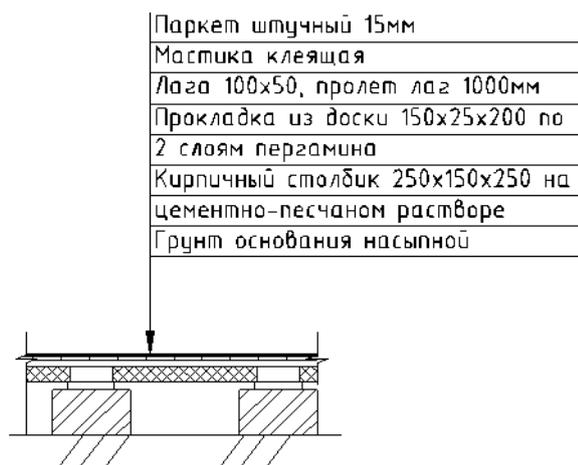


Рисунок 1.8 – Конструкция пола

**Окна** в здании запроектированы поливинилхлоридные, двухстворчатые с двухкамерным стеклопакетом. Все окна подобраны по [20]. Качественная установка пластиковых окон обеспечивает надежную защиту от проникновения влаги и возникновения мостиков холода, что обеспечивает длительный срок службы окон.

**Двери** подобраны по [21] и [22]. Для обеспечения быстрой эвакуации все двери открываются по ходу эвакуации из здания.

Декоративные парапеты запроектированы в здании для повышения архитектурной выразительности. Они состоят из 4х уголков 100х8 по [23], представлены на рисунке 1.9. Снаружи обшиты керамогранитом.

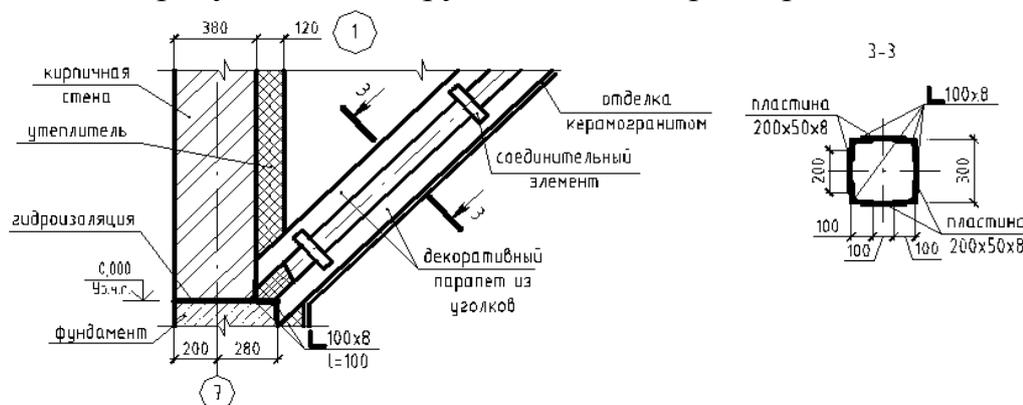


Рисунок 1.9 – Декоративный парапет

## 1.4 Наружная и внутренняя отделка

**Наружная отделка.** Утепление стен снаружи является одним из лучших решений, т.к при этом создается надежный барьер для проникновения внутрь помещения холодного воздуха, а также конструкция не испытывает на себе негативное воздействие окружающей среды. Поэтому было принято решение утеплить стены снаружи и обшить керамогранитом. Монтаж керамогранита выполняется по металлическим профилям. Утеплитель крепится при помощи дюбелей, его накрывают ветро-, влагозащитной пленкой. Конструкция наружной стены представлена на рисунке 1.10. Также предусмотрено витражное остекление, что придает архитектурную выразительность зданию.

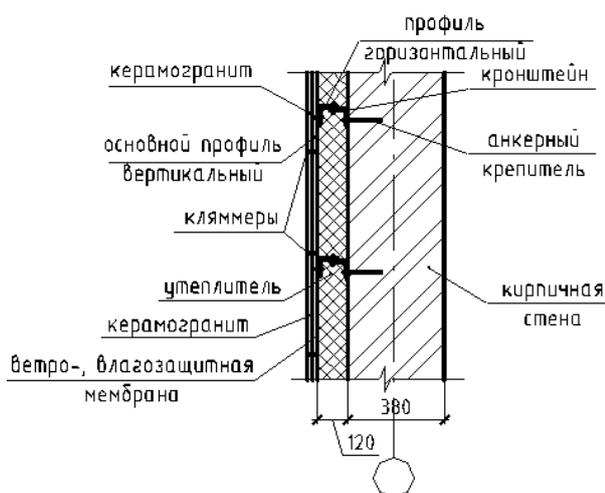


Рисунок 1.10 – Конструкция наружной стены

**Внутренняя отделка.** Потолки покрываются вододисперсионной краской белого цвета, в помещениях с повышенной влажностью (в кухне, сан.узлах) потолки покрываются акриловой глянцевой эмалью также белого цвета.

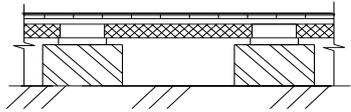
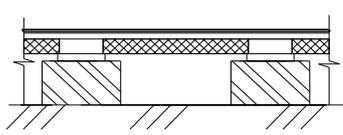
Стены оштукатуриваются, во влажных помещениях устраивается керамическая плитка  $h=1,8м$ , выше окрашивается вододисперсионной краской различных цветов.

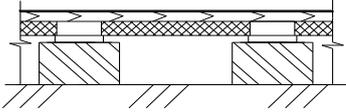
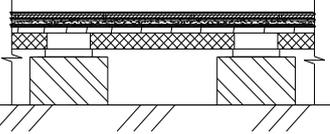
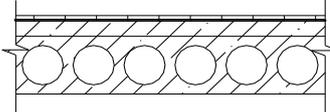
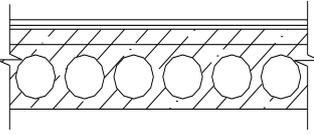
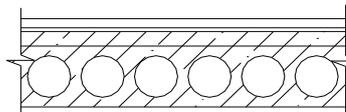
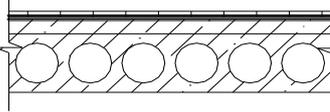
Ведомость отделки помещений представлена в таблице 1.3, экспликация полов в таблице 1.4.

Таблица 1.3 – Ведомость отделки помещений

| Наименование или номер помещения  | Потолки                   |                       | Стены   |  | Перегородки                                     |   | Примечание                               |
|---|---------------------------|-----------------------|---|--|---|---|--|
|   | Вид отделки               | Площадь               | Вид отделки                                     | Площадь  | Вид отделки                                     | Площадь                                       |  |
| 6,7,12,15,18,19,20,24,27,30,33,36,40,45,48,53,56,59,63,67,72,76   | Акриловая глянцевая эмаль | 129,68 м <sup>2</sup> | Керамическая плитка<br>Водоэмульсионная окраска | 283,12 м <sup>2</sup><br>188,74 м <sup>2</sup> | Керамическая плитка<br>Водоэмульсионная окраска | 114,17 м <sup>2</sup><br>76,12 м <sup>2</sup> | Керамическая плитка от низа стены h=1,8м |
| 1,2,3,4,5,8,9,10,11,13,14,16,17,21,22,23,25,26,28,29,31,32,34,35,37,38,39,41,42,43,44,46,47,49,50,51,52,54,55,57,58,60,61,62,64,65,66,68,69,70,71,73,74,75,77 | Водоэмульсионная краска   | 818,91 м <sup>2</sup> | Декоративная штукатурка                         | 1807,38 м <sup>2</sup>                         | Декоративная штукатурка                         | 791,34 м <sup>2</sup>                         | -  |

Таблица 1.4 – Экспликация полов

| Наименование или номер помещения | Тип пола по проекту | Схема пола или номер узла по серии  | Элементы пола и их толщина   | Площадь пола, м <sup>2</sup> |
|----------------------------------|---------------------|---|--|------------------------------|
| 1, 2, 3, 4, 5, 8, 13             | 1                   |  | Паркет штучный - 15мм;<br>Мастика клеящая;<br>Сплошной дощатый настил 25мм;<br>Лага 100х150;<br>Прокладка из доски 150х25х200 по 2м слоям пергамина;<br>Кирпичный столбик 250х150х250мм на цементно-песчаном растворе М25; | 180,78                       |
| 9, 10, 11, 14                    | 2                   |  | Линолеум поливинилхлоридный - 2мм;<br>Мастика клеящая;<br>Сплошной дощатый настил 25мм;<br>Лага 100х150;<br>Прокладка из доски 150х25х200 по 2м слоям пергамина;<br>Кирпичный столбик 250х150х250мм на цементно-           | 61,75                        |

|   |   |   |  |            |
|---|---|---|--|------------|
| 16, 17  | 3 |    | песчаном растворе М25;<br>Доски 35мм;<br>Лага 100х150;<br>Прокладка из доски 150х25х200 по 2м слоям пергамина;<br>Кирпичный столбик 250х150х250мм на цементно-песчаном растворе М25;   | 15,0       |
| 6, 7, 12, 15, 18, 19, 20  | 4 |    | Керамические плитки 13мм<br>Прослойка и заполнение швов из цементно-песчаного раствора М150;<br>Сплошной дощатый настил 25мм;<br>Лага 100х150;<br>Прокладка из доски 150х25х200 по 2м слоям пергамина;<br>Кирпичный столбик 250х150х250мм на цементно-песчаном растворе М25; | 72,3       |
| 21, 22, 50, 51, 69, 70  | 5 |    | Паркет штучный - 15мм;<br>Мастика клеящая;<br>Стяжка из цементно-песчаного раствора – 20мм<br>Ж/б плита перекрытия - 220мм   | 161,4<br>7 |
| 23,25,26, 28,29,31, 32,34,35, 37,38,39, 41,42,47, 49,52,54, 55,57,58, 60,61,62, 64,66,68, 71,73,74, 75,77 | 6 |  | Линолеум поливинилхлоридный - 2мм;<br>Мастика клеящая;<br>Стяжка из цементно-песчаного раствора – 20мм<br>Ж/б плита перекрытия – 220мм.  | 348,2<br>8 |
| 43, 44, 46, 65  | 7 |  | Щиты деревянные – 27мм<br>Прослойка из клеящей мастики<br>Стяжка из цементно-песчаного раствора – 20мм<br>Ж/б плита перекрытия – 220мм.  | 51,69      |
| 24, 27, 30, 33, 36, 40, 45, 48, 53, 56, 59, 63, 67, 72, 76  | 8 |  | Керамические плитки 13мм<br>Прослойка и заполнение швов из цементно-песчаного раствора М150;<br>Стяжка из цементно-песчаного раствора – 20мм<br>Ж/б плита перекрытия – 220мм.  | 57,38      |

## 1.5 Теплотехнический расчет

Теплотехнический расчёт ограждающих конструкций выполнен в соответствии с данными [24], [25], [4], [26] и [27].

Зона влажности территории- сухая (прил. В [24]); влажностный режим помещений – нормальный (табл. 2 [24]).

### 1.5.1 Теплотехнический расчет стены

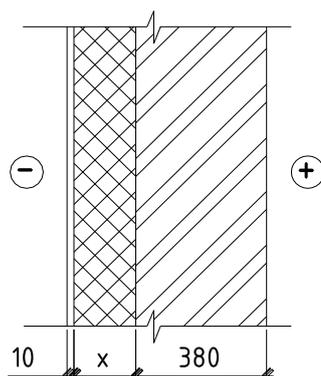


Рисунок 1.11 - Поперечный разрез стены

Таблица 1.5 – Значения характеристик материалов ограждающей конструкции

| Наименование   | плотность<br>$\rho_0$ , кг/м <sup>3</sup> | коэффициент<br>теплопроводности<br>$\lambda$ , Вт/(м <sup>0</sup> С) | толщин<br>а слоя<br>$\delta$ , м | термическое<br>сопротивлени<br>е<br>$R = \frac{\delta}{\lambda}$ ,<br>м <sup>2</sup> ·°С/Вт |
|--|---|--|----------------------------------|---|
| Кирпич   | 1800                                      | 0,56   | 0,38                             | 0,68  |
| Утеплитель<br>Минераловатная плита<br>П-125 ГОСТ 9673-96 | 125                                       | 0,049  | x                                |   |
| Керамогранит   | 2400                                      | 0,15   | 0,01                             | 0,21  |

Требования тепловой защиты здания будут выполнены, если в жилых и общественных зданиях будут соблюдены требования показателей «а» и «б» либо «б» и «в» [25].

А) Сопротивление теплопередаче элементов ограждающих конструкций.

По формуле 5.2 [24] определяем градусосутки отопительного периода

$$(1.1)$$

где  $t_{в} = +20^{\circ}\text{C}$  – расчетная температура внутреннего воздуха,  $^{\circ}\text{C}$ , принимаемая при расчете ограждающих конструкций групп зданий, указанных в табл. 3 [24] минимальных значений оптимальной температуры (прил. 1 [26] с учетом [27]);  
 $t_{от} = -7,9^{\circ}\text{C}$  – средняя температура наружного воздуха,  $^{\circ}\text{C}$ , периода со средней суточной температурой воздуха ниже или равной  $8^{\circ}\text{C}$  (табл. 3.1 [4]);

$z_{от} = 223$  дн. – продолжительность отопительного периода со средней суточной температурой воздуха ниже или равной  $8\text{ }^{\circ}\text{C}$  (табл. 3.1 [4]);

$$ГСОП = (20 + 7,9) \times 223 = 62$$

Определяем требуемое сопротивление теплопередаче табл. 3 [24]:

$$(1.2)$$

где  $a, b$  – коэффициенты, значения которых следует принимать по данным табл. 3[24] для соответствующих групп зданий.

$$a = 0,0003;$$

$$b = 1,2;$$

Определяем приведенное сопротивление теплопередаче по формуле:

$$R_o = \frac{1}{\alpha_b} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{1}{\alpha_n}, \quad (1.3)$$

где  $\alpha_b$  – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций, принимаемый по табл. 4 [24];

$$\alpha_b = 8,7 \text{ Вт/м}^2 \text{ }^{\circ}\text{C};$$

$\alpha_n$  – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции, принимаемый по табл. 6 [24]

$$\alpha_n = 23 \text{ Вт/м}^2 \text{ }^{\circ}\text{C};$$

$$R_o = \frac{1}{8,7} + \frac{0,38}{0,56} + \frac{x}{0,049} + \frac{0,01}{0,15} + \frac{1}{23} = 3,06$$

$$0,115 + 0,68 + \frac{x}{0,049} + 0,067 + 0,043 = 3,06$$

$$\frac{x}{0,049} = 2,155$$

$$x = 0,106 = 106 \text{ мм}$$

Принимаем  $x=120$  мм.

$$R_o = \frac{1}{8,7} + 0,68 + 2,45 + 0,067 + \frac{1}{23} = 3,36 (\text{м}^2 \cdot \text{C}) / \text{Вт};$$

Выполняем проверку условия  $R_o \geq R_{req}$

$$R_o = 3,36 (\text{м}^2 \times \text{C}) / \text{Вт} \geq 3,06 (\text{м}^2 \times \text{C}) / \text{Вт} \Rightarrow \text{условие «а» выполняется.}$$

Б) Санитарно-гигиенические требования.

Расчетный температурный перепад  $\Delta t_o$  между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции не должен превышать нормируемых величин  $\Delta t_n = 4,5$  (табл. 5 [25])

$$\Delta t_o = \frac{n \cdot (t_{в} + t_{ext})}{R_o \alpha_{int}} \quad (1.4)$$

где  $n=1$  – коэффициент, учитывающий зависимость положения наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху (табл. 6 [25]);

$t_{в} = +20^{\circ}\text{C}$  – расчетная температура внутреннего воздуха,  $^{\circ}\text{C}$ , принимаемая при расчете ограждающих конструкций групп зданий, указанных в табл. 3 [24] минимальных значений оптимальной температуры (прил. 1 [26] с учетом [27]);  
 $t_{ext} = -37^{\circ}\text{C}$  – расчетная температура наружного воздуха в холодный период года,  $^{\circ}\text{C}$ , принимаемая равной средней температуре наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 (табл. 3.1 [4]);

$R_0 = \frac{3,36 [(м)^2 \times ^{\circ}\text{C}]}{\text{Вт}}$  – приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций;

$\alpha_{int} = 8,7$  – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций,  $\frac{\text{Вт}^2}{\text{м}} \times ^{\circ}\text{C}$ , принимаемый по табл. 7 [25].

$$\Delta t_0 = \frac{1 \times (20 + 37)}{3,36 \times 8,7} = 1,95^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta t_0 = 1,95^{\circ}\text{C} \leq \Delta t_n = 4,5^{\circ}\text{C} \Rightarrow \text{условие «б» выполняется.}$$

Принимаем кирпичную стену общей толщиной 510мм, кладка из кирпича – 380мм; утеплитель - Минераловатная плита П-125 ГОСТ 9673-96-76 толщиной 120мм; облицовка керамогранитом толщиной 10мм.

### 1.5.2 Теплотехнический расчет чердачного перекрытия

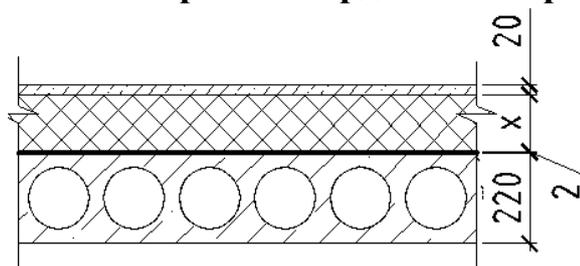


Рисунок 1.12 – Разрез чердачного перекрытия

Таблица 1.6 – Значения характеристик материалов ограждающей конструкции

| наименование                       | плотность<br>$\rho_0$ ,<br>кг/м <sup>3</sup> | коэффициент<br>теплопровод<br>ности $\lambda$ ,<br>Вт/(м <sup>°</sup> С) | толщина<br>слоя<br>$\delta$ , м | термическое<br>сопротивление<br>$R = \frac{\delta}{\lambda}$ ,<br>м <sup>2</sup> ·°С/Вт |
|------------------------------------|--|--|---------------------------------|---|
| Цементно-песчаная<br>стяжка        | 1800   | 0,76   | 0,02                            | 0,03  |
| Утеплитель<br>Минераловатная плита | 125  | 0,049  | х                               |   |

|                                 |      |      |       |       |
|---------------------------------|------|------|-------|-------|
| П-125 ГОСТ 9673-96              |      |      |       |       |
| Пароизоляция – 1 слой рубероида | 600  | 0,17 | 0,002 | 0,012 |
| Многослойные плиты перекрытия   | 2500 | 1,69 | 0,22  | 0,13  |

А) Сопротивление теплопередаче

Градусосутки отопительного периода по формуле 1.1:

$$ГСОП = 6222^{\circ}\text{C} \cdot \text{сут}$$

Определяем требуемое сопротивление теплопередаче табл. 3 [24]:

где  $a$ ,  $b$  – коэффициенты, значения которых следует принимать по данным табл. 3[24] для соответствующих групп зданий.

$$a = 0,00035;$$

$$b = 1,3;$$

Определяем приведенное сопротивление теплопередаче по формуле:

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_b} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{\delta_4}{\lambda_4} + \frac{1}{\alpha_n},$$

где  $\alpha_b$  – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций, принимаемый по табл. 4 [24];

$$\alpha_b = 8,7 \text{ Вт/м}^2 \text{ }^{\circ}\text{C};$$

$\alpha_n$  – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности перекрытия для условий холодного периода года, принимаемый по табл. 6 [24]

$$\alpha_n = 12 \text{ Вт/м}^2 \text{ }^{\circ}\text{C};$$

$$R_0 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,02}{0,76} + \frac{x}{0,049} + \frac{0,002}{0,17} + \frac{0,22}{1,69} + \frac{1}{12} = 3,5$$

$$0,115 + 0,026 + \frac{x}{0,049} + 0,012 + 0,13 + 0,083 = 3,5$$

$$\frac{x}{0,049} = 3,134$$

$$x = 0,154 = 154 \text{ мм}$$

Принимаем  $x=170$ мм.

$$R_0 = \frac{1}{8,7} + 0,026 + 3,469 + 0,012 + 0,13 + \frac{1}{12} = 3,835 (\text{м}^2 \cdot \text{C}) / \text{Вт};$$

Выполняем проверку условия  $R_0 \geq R_{\text{req}}$

$$R_0 = 3,835 (\text{м}^2 \cdot \text{C}) / \text{Вт} \geq 3,5 (\text{м}^2 \cdot \text{C}) / \text{Вт} \Rightarrow \text{условие «а» выполняется.}$$

Б) Санитарно-гигиенические требования

Расчетный температурный перепад  $\Delta t_0$  между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции не должен превышать нормируемых величин  $\Delta t_n = 4,0$  (табл. 5 [25])

$$\Delta t_0 = \frac{n \cdot (t_{\text{в}} + t_{\text{ext}})}{R_0 \alpha_{\text{int}}} \quad (1.4)$$

где  $n=1$  – коэффициент, учитывающий зависимость положения наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху (табл. 6 [25]);

$t_{в} = +20^{\circ}\text{C}$  – расчетная температура внутреннего воздуха,  $^{\circ}\text{C}$ , принимаемая при расчете ограждающих конструкций групп зданий, указанных в табл. 3 [24] минимальных значений оптимальной температуры (прил. 1 [26] с учетом [27]);

$t_{ext} = -37^{\circ}\text{C}$  – расчетная температура наружного воздуха в холодный период года,  $^{\circ}\text{C}$ , принимаемая равной средней температуре наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 (табл. 3.1 [4]);

$R_0 = \frac{3,835 [(м)^2 \times ^{\circ}\text{C}]}{\text{Вт}}$  – приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций;

$\alpha_{int} = 8,7$  – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций,  $\frac{\text{Вт}^2}{\text{м}} \times ^{\circ}\text{C}$ , принимаемый по табл. 7 [25].

$$\Delta t_0 = \frac{1 \times (20 + 37)}{3,835 \times 8,7} = 1,71^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta t_0 = 1,71^{\circ}\text{C} \leq \Delta t_n = 4,0^{\circ}\text{C} \Rightarrow \text{условие «б» выполняется.}$$

Таким образом, окончательно принимаем толщину утеплителя в чердачном перекрытии  $x = 170\text{мм}$ .

## 1.6 Противопожарные мероприятия

В соответствии с п. 5.2.1\*[3] гостиница относится по функциональной пожарной опасности к классу Ф 1.2.В связи с этим при проектировании и строительстве должны быть предусмотрены меры по предупреждению возникновения пожара, обеспечению эвакуации людей, нераспространению огня.

В соответствии с требованиями [7] в здании предусмотрены эвакуационные выходы. Выход с первого этажа осуществляется через вестибюль и служебный вход. Со второго, третьего и четвертого этажей эвакуация предусматривается через лестничную клетку и вестибюль зданий, так как на каждом этаже одновременное пребывание не более 15 человек. Ширина эвакуационного выхода не менее 0,9м. Направление открывания дверей – по направлению выхода из здания.

Класс конструктивной пожарной опасности – С1. Степень огнестойкости – II.

Так как здание имеет II степень огнестойкости, его конструкции должны отвечать следующим требованиям по пределу огнестойкости [3]:

Таблица 1.7 – Требования по пределу огнестойкости

| Степень огнестойкости | Предел огнестойкости строительных конструкций, не менее |                  |                         |                                |                   |
|-----------------------|---|------------------|-------------------------|--------------------------------|-------------------|
|                       | Несущие элементы  | Наружные несущие | Перекрытия междуэтажные | Элементы бесчердачных покрытий | Лестничные клетки |
|                       |   |                  |                         |                                |                   |

| здания | здания | стены | (в том числе чердачные и над подвалами) | Настилы (в т.ч. с утеплителем) | Фермы, балки, прогоны | Внутренние стены | Марши и площадки лестниц |
|--------|--------|-------|---|--------------------------------|-----------------------|------------------|--------------------------|
| II     | R 90   | E 15  | REI 45                                  | RE 15                          | R 15                  | REI 90           | R 60                     |

Противопожарные разрывы между проектируемым зданием и существующими объектами принимаются в соответствии с табл. 1 [3].

В соответствии с [1] обеспечена возможность беспрепятственного проезда пожарных машин к зданию, а также доступ автолестниц или автоподъемников в любое помещение. Расстояние от края проезда до стены здания принимается 5-8 м. В этой зоне не размещаются ограждения, воздушные линии электропередачи и т.д.

## **2 Строительные конструкции**

### **2.1 Компоновка конструктивной схемы перекрытия**

В данном разделе бакалаврской работе рассматривается здание с продольными несущими стенами и сборными перекрытиями. Перекрытие состоит из сборных многопустотных железобетонных плит перекрытия и монолитного антисейсмического пояса.

Компоновочная схема перекрытия представлена на рисунке 2.1.

Плиты перекрытия опираются на продольные стены на величину 120мм. Для расчета принимается многопустотная плита перекрытия в осях «А-Б» и «2-3».



Рисунок 2.1 – Компонка конструктивной схемы перекрытия

## 2.2 Расчет и конструирование многопустотной плиты

### 2.2.1 Компонка многопустотной плиты

Многопустотные плиты перекрытия приняты типовые по серии 1.141-1 выпуск 63 [33]. Плита ПК 60.15-А800. Высота плиты равна  $h=220\text{мм}$ , диаметр отверстий  $d=159\text{мм}$ . Расстояние между пустотами  $\tau = 26\text{мм}$ . Плита закомпонована на рисунке 2.2 в соответствии [33].

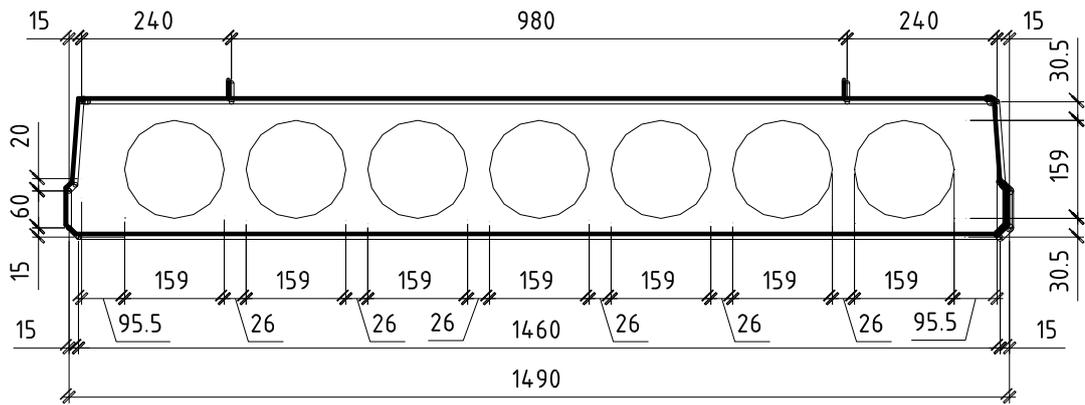


Рисунок 2.2 – Многопустотная плита (по серии 1.141-1 вып.63)

### 2.2.2 Компоновка приведенного сечения плиты к расчету по I группе предельных состояний.

Приведение сечения плиты к двутавровому осуществляют путем вычитания суммы ширины квадратных пустот, эквивалентных по площади круглым. Поэтому при ширине плиты по верху  $b_f^{\cdot}$ , высоте  $h$ , диаметре пустот  $d$  основные размеры двутаврового сечения следующие:

— ширина верхней полки  $b_f^{\cdot}$ , нижней —

— высота верхней и нижней полки  $h_f^{\cdot} =$   

$$h_f^{\cdot} = \frac{h - d}{2} = \frac{220 - 159}{2} = 30,5 \text{ мм};$$

— ширина ребра  $b = b_f^{\cdot} - nd = 1476 - 7 \times 159 = 363 \text{ мм}$ , где  $n$  — число пустот.

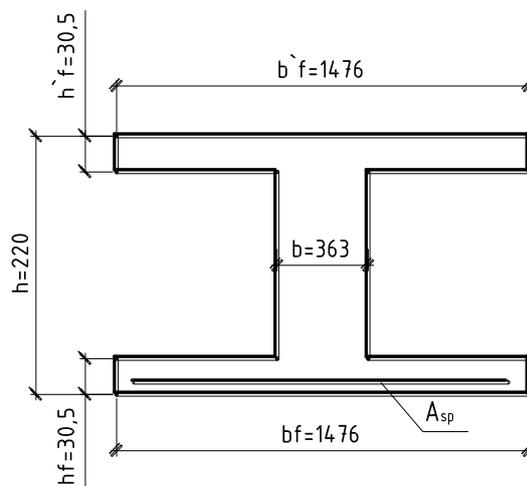


Рисунок 2.3 – Компоновка приведенного сечения плиты  
 Расчетный пролет плиты  $l_0 = l + 2a = 5,6 + 2 \times 0,12 = 5,84 \text{ м}$ .

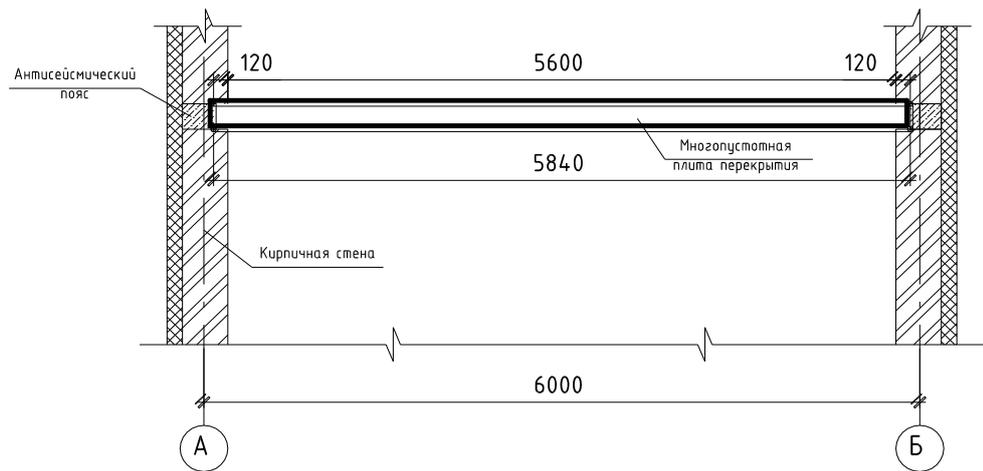


Рисунок 2.4 – К определению расчетного пролета плиты

Так как бетон в растянутой зоне работает плохо, полками в растянутой зоне пренебрегаем. Величина защитного слоя  $a_p = 20 \text{ мм}$  (п. 10.3.2 [28]). (2.1)

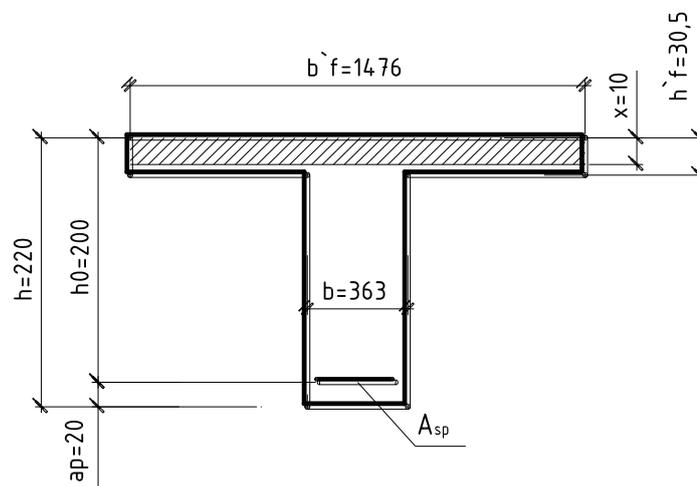


Рисунок 2.5 – Поперечное сечение к расчету многопустотной плиты

### 2.2.3 Статический расчет плиты

Подсчет нагрузок, действующих на  $1 \text{ м}^2$  плиты, производится в табличной форме (табл. 2.1) раздела 2.2.4, с учетом принятой конструкции пола (рисунок 2.8). Нормативное значение собственного веса плиты принимается равным  $3 \text{ кН/м}^2$  на основании опыта проектирования.

Многопустотная плита рассчитывается как свободно опертая балка, нагруженная равномерно распределенной нагрузкой (рис. 2.7).

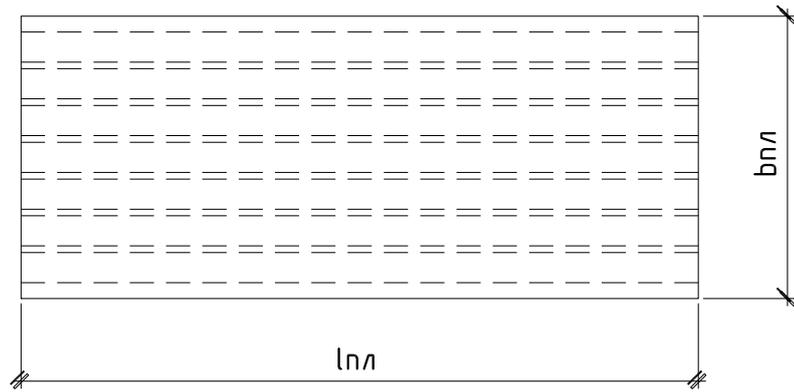


Рисунок 2.6 – Общий вид плиты в плане

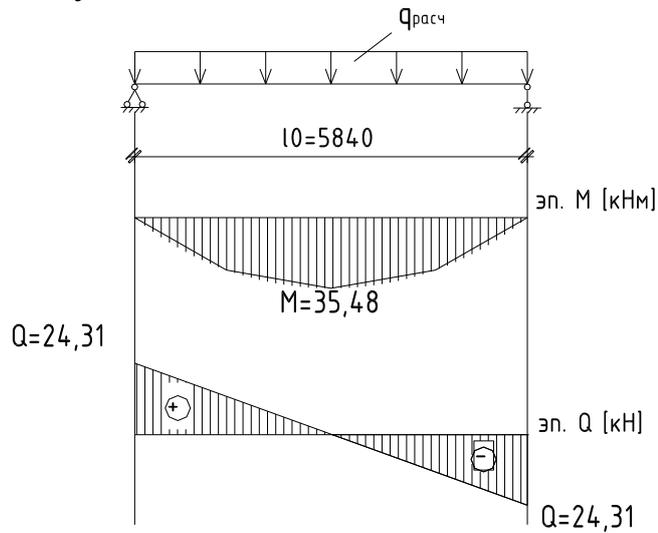


Рисунок 2.7 – Расчетная схема плиты

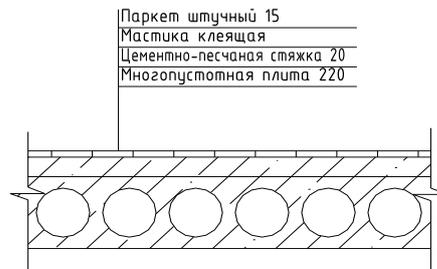


Рисунок 2.8 – Конструкция пола

Расчетная нагрузка на 1м при ширине плиты 1,5м, с учетом коэффициента надежности по назначению здания  $\gamma_n = 0,95$  (табл. 2 [30]):

постоянная  $g$ , временная  $v = 1,95 \times 1,5 \times 0,95 = \frac{2,779 \text{ кН}}{\text{м}}$ , полная

$$g + v = 5,842 \times 1,5 \times 0,95 = \frac{8,324 \text{ кН}}{\text{м}} \quad \text{А} \quad (\text{см. рисунок 2.1}).$$

Нормативная нагрузка на 1м: постоянная, временная

$$v = 1,5 \times 1,5 \times 0,95 = \frac{2,138 \text{кН}}{\text{м}}$$

полная

$$g + v = 4,962 \times 1,5 \times 0,95 = \frac{7,07 \text{кН}}{\text{м}}$$

Усилия от расчетных и нормативных нагрузок. От расчетной нагрузки:

$$M = \frac{(g + v) \times l_0^2}{8} = \frac{8,324 \times 5,84^2}{8} = 35,48 \text{кНм} \quad (2.2)$$

$$Q = \frac{(g + v) \times l_0}{2} = \frac{8,324 \times 5,84}{2} = 24,31 \text{кН}$$

(2.3)

От нормативной нагрузки:

$$M = \frac{7,07 \times 5,84^2}{8} = 30,14 \text{кНм}$$

$$Q = \frac{7,07 \times 5,84}{2} = 20,64 \text{кН}$$

#### 2.2.4 Сбор нагрузок

Таблица 2.1 - Нормативные и расчетные нагрузки на 1м<sup>2</sup> перекрытия

| Вид нагрузки   | Нормативная нагрузка, Н/м <sup>2</sup><br>$q^n = t \times \rho$ | Коэф.надежности по нагрузке<br>$\gamma_f$ | Расчетная нагрузка, Н/м <sup>2</sup><br>$q^p = q^n \times \gamma_f$ |
|--|---|---|---|
| I.Постоянная<br>1)Собственный вес многопустотной плиты с круглыми пустотами  | 3000(на основании опыта проектирования)                         | 1,1<br>табл. 7.1 [29]                     | 3300  |
| 2)Цементно-песчаная стяжка $\delta = 0,02\text{м}$ ;<br>$\rho = \frac{1800\text{кг}}{\text{м}^3}$ (табл. Т.1         | $18000 \times 0,02 = 360$                                       | 1,3<br>табл. 7.1 [29]                     | 468   |
| 3) Мастика клеящая<br>$\delta = 0,002\text{м}$ ; $\rho = \frac{600\text{кг}}{\text{м}^3}$ ;(табл. Т.1 [24])          | $6000 \times 0,002 = 12$  | 1,3<br>табл. 7.1 [29]                     | 16  |
| 4) Паркет штучный – 15мм,<br>$\delta = 0,015\text{м}$ ; $\rho = \frac{600\text{кг}}{\text{м}^3}$<br>(табл. Т.1 [24]) | $6000 \times 0,015 = 90$  | 1,2<br>табл. 7.1 [29]                     | 108   |
| Итого  | 3462  | -   | 3892  |

|  |      |                         |      |
|--|------|-------------------------|------|
| II. Временная<br>Полезная нагрузка на<br>перекрытие 1500Н/м <sup>2</sup><br>(табл. 8.3 [29]) | 1500 | 1,3<br>табл. 8.2.2 [29] | 1950 |
| Итого  | 1500 | -                       | 1950 |
| Полная   | 4962 | -                       | 5842 |

### 2.2.5 Назначение материалов

Принимаем тяжелый бетон класса В15:

$R_b = 8,5 \text{ МПа}$  – расчетное сопротивление бетона осевому сжатию (призменная прочность) для расчета конструкций по I группе предельных состояний (табл. 6.8 [28]).

$R_{bt} = 0,75 \text{ МПа}$  – расчетное сопротивление бетона осевому растяжению для расчета конструкций по I группе предельных состояний (табл. 6.8 [28]).

$R_{b,ser} = R_{bn} = 11 \text{ МПа}$  – расчетное сопротивление бетона осевому сжатию (призменная прочность), равное нормативному сопротивлению, для расчета конструкций по II группе предельных состояний (табл. 6.7 [28]).

$R_{bt,ser} = R_{btn} = 1,1 \text{ МПа}$  – расчетное сопротивление бетона осевому растяжению, равное нормативному сопротивлению, для расчета конструкций по II группе предельных состояний (табл. 6.7 [28]).

$E_b = 24 \times 10^3 \text{ МПа}$  – начальный модуль упругости бетона при сжатии и растяжении (табл. 6.11 [28]).

Арматура А800[28]

$R_s = 695 \text{ МПа}$  – расчетное сопротивление продольной арматуры растяжению, для расчета конструкций по I группе предельных состояний (табл. 6.14 [28]).

$R_s = 500 \text{ МПа}$  – расчетное сопротивление арматуры сжатию, для расчета конструкций по I группе предельных состояний (табл. 6.14 [28]).

$R_{sn} = R_{s,ser} = 800 \text{ МПа}$  – нормативное сопротивление арматуры растяжению для расчета конструкций по II группе предельных состояний (табл. 6.13 [28]).

$\sigma_{sp} = 0,75 R_{sn} = 0,75 \times 800 = 600 \text{ МПа}$  – величина преднапряжения.

$E_s = 2 \times 10^5 \text{ МПа}$  – модуль упругости арматуры при сжатии и растяжении (п. 6.2.12 [28]).

### 2.2.6 Расчет по I группе предельных состояний. Расчет прочности плиты по сечению, нормальному к продольной оси

Определяем рабочую высоту сечения:

$$h_0 = h - a \quad (2.4)$$

где  $h = 220 \text{ мм}$  – высота сечения;  $a = 20 \text{ мм}$  – величина защитного слоя;

$$h_0 = 220 - 20 = 200 \text{ мм}$$

Коэффициент  $\alpha_m$  определяется по формуле (формула 3.14 [31]):

$$\alpha_m = \frac{M}{R_b \times b \times h_0^2} = \frac{3548000}{0,9 \times 8,5 \times 147,6 \times 20^2(100)} = 0,078$$

(2.5)

Рассчитываем относительную высоту сжатой зоны бетона:

$$\xi = 1 - \sqrt{1 - 2\alpha_m} = 1 - \sqrt{1 - 2 \times 0,078} = 0,08 \quad (2.6)$$

Высота сжатой зоны бетона:

$$x = \xi h_0 = 0,08 \times 20 = 1,6 \text{ см} \approx 2 \text{ см}$$

(2.7)

Так как  $x = 2 \text{ см} < h_f = 3,05 \text{ см}$ , нейтральная ось проходит в полке и расчет выполнен верно,  $\zeta = 0,98$ .

Характеристика сжатой зоны:

$$w = 0,85 - 0,008R_b = 0,85 - 0,008 \times 0,9 \times 8,5 = 0,79 \quad (2.8)$$

Граничная высота сжатой зоны (формула 2.42 [31]):

$$\xi_R = \frac{w}{1 + \frac{\sigma_{sr}}{\sigma_{scu} \left(1 - \frac{w}{1,1}\right)}} \quad (2.9)$$

где  $\sigma_{sr} = R_s + 400 - \sigma_{sp} = 500 + 400 - 600 = 300 \text{ МПа}$  – напряжение в арматуре;  $\sigma_{sp} = 0$ ; в знаменателе принято  $500 \text{ МПа}$ , поскольку  $\gamma_{bz} < 1$

$$\xi_R = \frac{0,79}{1 + \frac{300}{500 \left(1 - \frac{0,79}{1,1}\right)}} = \frac{0,73}{1,2} = 0,67$$

Коэффициент условий работы, учитывающий сопротивление напрягаемой арматуры, выше условного предела текучести, определяем по формуле (формула 2.44 [31]):

$$\gamma_{s6} = \eta - (\eta - 1) \left( \frac{2\xi}{\xi_R} - 1 \right) \quad (2.10)$$

где  $\eta = 1,15$  для арматуры класса А-800 (п.2.5.2 [31])

$$\gamma_{s6} = 1,15 - (1,15 - 1) \left( \frac{2 \times 0,08}{0,67} - 1 \right) = 1,04$$

Вычисляем площадь сечения растянутой арматуры:

$$A_{sp} = \frac{M}{\gamma_{s6} \times R_s \times \zeta \times h_0}$$

(2.11)

$$A_{sp} = \frac{3548000}{1,04 \times 500 \times 0,98 \times 20} = 3,44 \text{ см}^2$$

Принимаем по приложению 6 [31] 4012 А-800 с площадью  $A_s = 4,52 \text{ см}^2$ .

Схема армирования плиты показана на рисунке 2.9, каркасы К-1, воспринимающие усилие  $Q$ , устанавливаются конструктивно через 2,5 диаметра. Расчетные схемы усилий в плите показаны на рисунке 2.10.

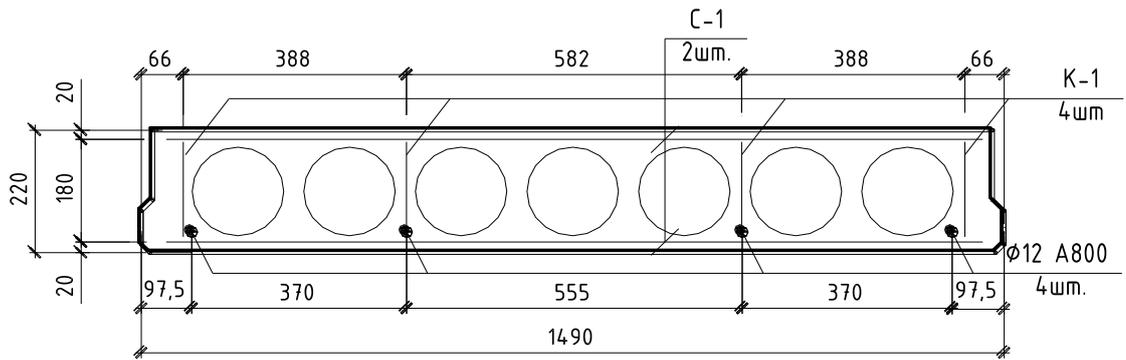


Рисунок 2.9 – Схема армирования плиты с рабочей продольной арматурой

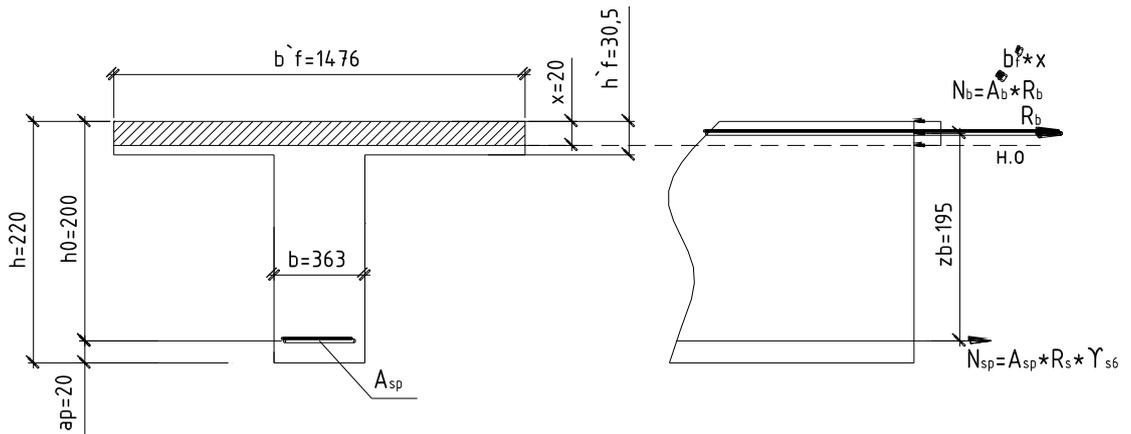


Рисунок 2.10 – Расчетная схема усилий при расчете прочности элемента по нормальному сечению

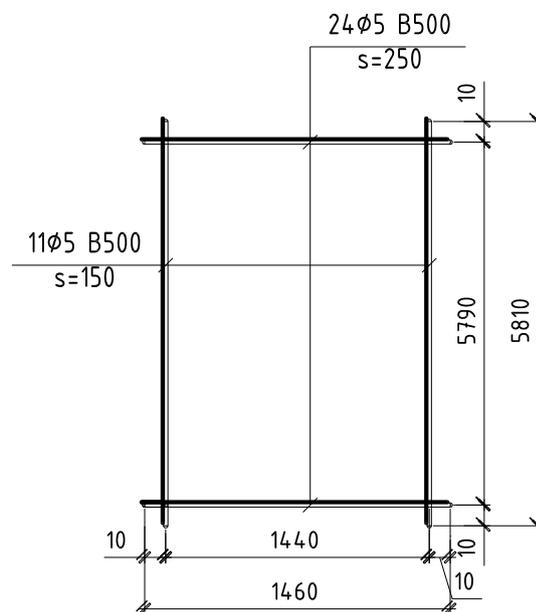


Рисунок 2.11 – Сетка С-1

**2.2.7 Расчет прочности плиты по сечению, наклонному к продольной оси  $Q = 24,31$  кН (рисунок 2.7)**

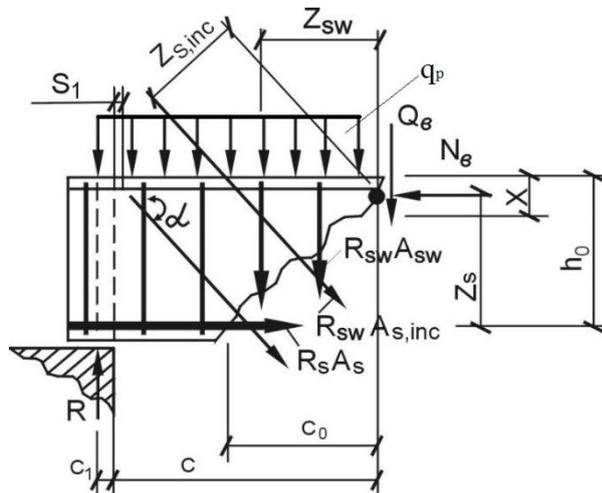


Рисунок 2.12 – Расчетная схема усилий по наклонному сечению

Прочность элемента по наклонному сечению на действие поперечной силы обеспечивается условием (формула 3.44 [31]):

$$Q \leq Q_b + Q_{sw} + Q_{s,inc} \quad (2.12)$$

где  $Q = 24,31 \text{ кН}$  – поперечная сила в вершине наклонного сечения от действия опорной реакции и нагрузки, расположенной на участке от опоры до вершины наклонного сечения;  $Q_b$  – поперечная сила, воспринимаемая бетоном сжатой зоны над наклонным сечением;  $Q_{sw}$  – сумма осевых усилий в поперечных стержнях (хомутах), пересекаемых наклонным сечением;  $Q_{s,inc}$  – сумма проекций на нормаль к оси элемента осевых усилий в отгибах, пересекаемых наклонным сечением  $Q_{s,inc} = 0$ .

Поперечное сечение  $Q_b$ , воспринимаемое бетоном, определяется по формулам 3.45, 3.46 [31]:

$$Q_b = \frac{\varphi_{bz} (1 + \varphi_f + \varphi_n) \times R_{bt} \times b h_0^2}{c} \quad (2.13)$$

где  $\varphi_{bz} = 2,0$  – коэффициент, учитывающий влияние вида бетона.

Коэффициент  $\varphi_f$ , учитывающий влияние сжатых полок в тавровых и двутавровых элементах, определяется по формуле 3.48 [31]:

$$\varphi_f = 0,75 \frac{(b_f' - b) h_f'}{b h_0} = 0,75 \times \frac{(1476 - 363) \times 30,5}{363 \times 200} = 0,35 < 0,5 \quad (2.14)$$

Коэффициент  $\varphi_n$ , учитывающий влияние продольных сил определяется по формуле 3.49 [31]:

$$\varphi_n = 0,1 \frac{P}{R_{bt} \times b h_0} \quad (2.15)$$

Усилие предварительного обжатия  $P$  определяем по формуле 27 [52]:

$$P = \sigma_{sp} \times A_{sp} + \sigma_{sp}' \times A_{sp}' - \sigma_s \times A_s - \sigma_s' \times A_s' \quad (2.16)$$

где  $\sigma_{sp} = 600 \text{ МПа}$  – величина преднапряжения;  $A_{sp} = 4,52 \text{ см}^2$  – площадь сечения преднапрягаемой арматуры;  $A_s = A_s' = 4\phi 12 A500 = 4,52 \text{ см}^2$ ;  $\sigma_s, \sigma_s'$  –

напряжения в ненапрягаемой арматуре соответственно  $s$  и  $s'$ , вызванные усадкой и ползучестью бетона.

$$\sigma_s = \sigma_{\epsilon} \text{ п.9.1.3 [28];}$$

$$\sigma_s' = \sigma_{\epsilon} + \sigma_{\sigma} + \sigma_{\rho} \quad (2.17)$$

$$\sigma_{\epsilon} = 40 \frac{\sigma_{bvp}}{R_{bvp}}, \text{ при } \frac{\sigma_{bvp}}{R_{bvp}} \leq \alpha, \quad (2.18)$$

где  $\alpha = 0,25 + 0,025R_{bvp} \leq 0,8$  (2.19)

$$\alpha = 0,25 + 0,025 \times 12 = 0,55 \rightarrow \text{принимаем } \alpha = 0,8$$

$$\frac{\sigma_{bvp}}{R_{bvp}} \leq \alpha \rightarrow \sigma_{bvp} = \alpha \times R_{bvp} = 0,8 \times 12 = 9,6 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{\epsilon} = 40 \frac{\sigma_{bvp}}{R_{bvp}} = 40 \frac{9,6}{12} = 32 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{\sigma} = 40 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{\rho} = 300\alpha \left( \frac{\sigma_{bvp}}{R_{bvp}} - 0,375 \right) = 300 \times 0,8 \left( \frac{9,6}{12} - 0,375 \right) = 102 \text{ МПа} \quad (2.20)$$

$$\sigma_s = \sigma_{\epsilon} = 32 \text{ МПа};$$

$$\sigma_s' = \sigma_{\epsilon} + \sigma_{\sigma} + \sigma_{\rho} = 32 + 40 + 102 = 174 \text{ МПа};$$

Влияние усилия обжатия  $P = 95,29 \text{ кН}$ .

По формуле (2.15):

$$\varphi_n = 0,1 \frac{95290}{0,75 \times 36,3 \times 20(100)} = 0,175 < 0,5$$

Проверяем требуется ли поперечная арматура по расчету. Условие:

$$Q_{max} = 24,31 \times 10^3 \text{ Н} \leq 2,5R_{bt} \times b h_0 = 2,5 \times 0,9 \times 0,75 \times 36,3 \times 20(100) = 120000 \text{ Н} \\ \text{—удовлетворяется.} \quad (2.21)$$

$$\text{При } g = g + \frac{v}{2} = 5,546 + \frac{2,779}{2} = \frac{6,94 \text{ кН}}{\text{м}} = \frac{69,4 \text{ Н}}{\text{см}}$$

$$0,16\varphi_{bz}(1 - \varphi_n)R_{bt} \times b = 0,16 \times 2(1 - 0,175) \times 0,9 \times 0,75 \times 36,3(100) = \frac{647 \text{ Н}}{\text{см}} > \frac{69,4}{\text{см}}$$

принимаем  $c = 2,5h_0 = 2,5 \times 20 = 50 \text{ см}$ .

Другое условие:

$$Q = Q_{max} - qc = 24,31 \times 10^3 - 69,4 \times 50 = 20,84 \text{ кН} \quad (2.22)$$

$$Q_b = \frac{\varphi_{bz}(1 + \varphi_f + \varphi_n) \times R_{bt} \times b h_0^2}{c} = \frac{2(1 + 0,35 + 0,175) \times 0,9 \times 0,75 \times 36,3}{50}$$

- удовлетворяется. (2.23)

Следовательно, поперечной арматуры по расчету не требуется.

На приопорных участках длиной 1/4 арматура устанавливается конструктивно из условия свариваемости  $\varnothing 3 \text{ В500}$  с шагом  $s = \frac{h}{2} = 110 \text{ мм}$ .

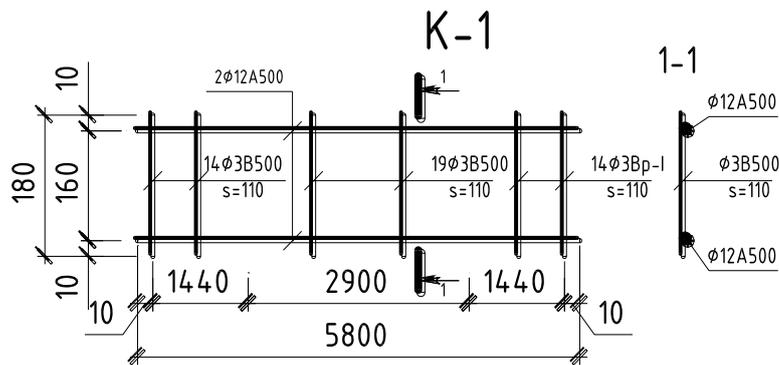


Рисунок 2.13 – Каркас К-1

## 2.2.8 Расчет по II группе предельных состояний

Определение приведенного сечения к расчету по II группе предельных состояний. Для данного расчета используется сечение – двутавр, поскольку проверяется возможность образования и раскрытия трещин в нижней полке двутавровой балки. Круглое очертание пустот заменяют эквивалентным квадратным со стороны

$$h = 0,9d = 0,9 \times 15,9 = 14,31 \text{ см} \quad (2.24)$$

Толщина полков эквивалентного сечения:

$$(2.25)$$

Ширина ребра:  $(2.26)$

$$\text{Ширина пустот: } a = b_f - b = 147,6 - 47,43 = 100,17 \text{ см} \quad (2.27)$$

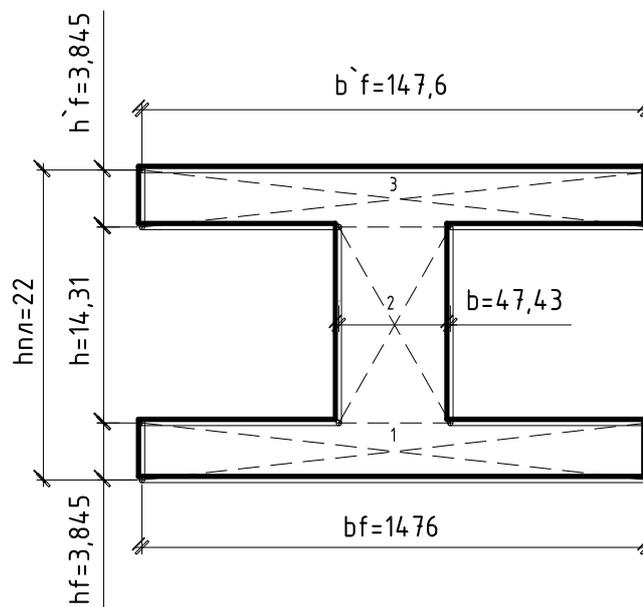


Рисунок 2.14– Приведенное сечение пустотной плиты к расчету по второй группе предельных состояний

Определение геометрических характеристик приведенного сечения.

1) Приведенная площадь сечения

$$(2.28)$$

где  $\alpha = \frac{E_s}{E_b} = \frac{2 \times 10^5}{32,5 \times 10^3} = 0,62 \times 10^{-7}$  ; ;

( $\alpha A_{sp}$  пренебрегаем ввиду малости).

2) Статический момент сопротивления:

(2.29)  
где  $Q_p = 20,64 \text{ кН}$   
 $S_{red} = (147,6 \times 3,845) \times \frac{3,845}{2} + (47,43 \times 14,31) \frac{22}{2} + (147,6 \times 3,845) \left( 22 - \frac{3,845}{2} \right) = 19932,55$  ;

3) Расстояние от центра тяжести сечения до нижней грани:

$y_0 = \frac{S_{red}}{A_{red}} = \frac{19932,55}{1813,76} = 11 \text{ см}$   
(2.30)

4) Момент инерции сечения (симметричного):

; (2.31)

5) Момент сопротивления сечения по нижней зоне:

$W_{red}^H = \frac{I_{red}}{y_0} = \frac{106509,34}{11} = 9682,67 \text{ см}^3$  ;  
(2.32)

По верхней зоне:

$W_{red}^B = \frac{I_{red}}{y_0} = \frac{106509,34}{11} = 9682,67 \text{ см}^3$  ;

б) Расстояние от центра тяжести до ядровых точек

а) до верхней:

$r^B = \varphi \frac{W_{red}^B}{A_{red}}$  , (2.33)

где  $\varphi = 1,6 - \frac{\sigma_{bp}}{R_{b,ser}} = 1,6 - \frac{19,2}{22} = 0,73$

$r^B = 0,73 \frac{9682,67}{1813,76} = 3,9 \text{ см}$

б) до нижней:

$r^H = 0,73 \frac{9682,67}{1813,76} = 3,9 \text{ см}$

Отношение напряжения в бетоне от нормативных нагрузок и усилия обжатия к расчетному сопротивлению бетона для предельных состояний второй группы предварительно принимают равным 0,88.

Упругопластический момент сопротивления по растянутой зоне согласно формуле 7.37 [31]:

$W_{pl} = \gamma W_{red}$  (2.34)

где  $\gamma = 1,5$  – для двутаврового сечения при

$W_{pl} = 1,5 \times 9682,67 = 14524 \text{ см}^3$

Упругопластический момент сопротивления по растянутой зоне в стадии изготовления и обжатия  $W_{pl} = 14524 \text{ см}^3$ .

Потери предварительного напряжения арматуры. Потери от релаксации напряжений в арматуре при электротермическом способе натяжения:

$$\sigma_1 = 0,05\sigma_{sp} = 0,05 \times 600 = 30 \text{ МПа} \quad (2.35)$$

Потери от температурного перепада между натянутой арматурой и упорами  $\sigma_2 = 0$ , так как при пропаривании форма с упорами нагревается вместе с изделием.

Усилие обжатия  $P_1 = A_{sp}(\sigma_{sp} - \sigma_1) = 3,14(600 - 30)100 = 178,98 \text{ кН}$ .  
Эксцентриситет этого усилия относительно центра тяжести сечения  $\varepsilon_{op} = 11 - 3,845 = 7,155 \text{ см}$ ;

Напряжение в бетоне при обжатии в соответствии с формулой 2.36 [31]:

$$\sigma_{bp} = \frac{P}{A_{red}} + \frac{P \times \varepsilon_{op} \times y_0}{I_{red}} \quad (2.36)$$

$$\sigma_{bp} = \frac{178980}{1813,76(100)} + \frac{178980 \times 7,155 \times 11}{106509,34(100)} = 0,99 + 1,32 = 2,31 \text{ МПа} ;$$

Устанавливаем значение передаточной прочности бетона из условия:

$$\frac{\sigma_{bp}}{R_{bp}} \leq 0,75 \quad (2.37)$$

$$R_{bp} = \frac{2,31}{0,75} = 3,08 < 0,5B15 = 7,5 \text{ МПа} ; \text{ Принимаем } R_{bp} = 7,5 \text{ МПа} ,$$

тогда отношение  $\frac{\sigma_{bp}}{R_{bp}} = \frac{2,31}{7,5} = 0,31$ .

Вычисляем сжимающее напряжение в бетоне на уровне центра тяжести площади напрягаемой арматуры от усилия обжатия (без учета момента от веса плиты).

$$\sigma_{bp} = \frac{178980}{1813,76(100)} + \frac{178980 \times 7,155^2}{106509,34(100)} = 0,99 + 0,86 = 1,85 \text{ МПа} ;$$

Потери от быстرونатекающей ползучести при  $\frac{\sigma_{bp}}{R_{bp}} = \frac{1,85}{7,5} = 0,24$  и при  $\alpha \geq 0,12$ ;  $\sigma_{bp} = 30 \times 0,24 = 7,2 \text{ МПа}$ . Первые потери:

$$\sigma_{los,1} = \sigma_1 + \sigma_{bp} = 30 + 7,2 = 37,2 \text{ МПа} \quad (2.38)$$

С учетом  $\sigma_{los,1}$  пересчитываем  $P_1$ :

$$P_1 = A_{sp}(\sigma_{sp} - \sigma_{los,1}) = 3,14(600 - 37,2)100 = 254,38 \text{ кН} ;$$

$$\sigma_{bp} = \frac{254380}{1813,76(100)} + \frac{254380 \times 7,155^2}{106509,34(100)} = 1,4 + 1,22 = 2,62 \text{ МПа} ;$$

$$\frac{\sigma_{bp}}{R_{bp}} = \frac{2,62}{7,5} = 0,35 ;$$

Потери от усадки бетона  $\sigma_s = 40 \text{ МПа}$  ; Потери от ползучести бетона при  $\frac{\sigma_{bp}}{R_{bp}} \leq 0,75$

$$\sigma_s = \frac{150\alpha \times \sigma_{bp}}{R_{bp}} = 150 \times 0,85 \times 0,35 = 44,6 \text{ МПа} \quad (2.39)$$

Вторые потери:

$$\sigma_{los,2} = \sigma_s + \sigma_s = 40 + 44,6 = 84,6 \text{ МПа} ; \quad (2.40)$$

Полные потери:

$$\sigma_{los} = \sigma_{los,1} + \sigma_{los,2} = \sigma_s + \sigma_s = 37,2 + 84,6 = 121,8 \text{ МПа} \quad (2.41)$$

Усилие обжатия с учетом полных потерь:

$$P_2 = A_{sp} (\sigma_{sp} - \sigma_{los}) = 4,52(600 - 121,8)100 = 216,15 \text{ кН} ;$$

Расчет по образованию трещин, нормальных к продольной оси, выполняется для выяснения необходимости проверки по раскрытию трещин. При этом для элементов, к трещиностойкости которых предъявляют требования 3й категории, принимают значения коэффициентов надежности по нагрузке  $\gamma_f = 1$  ;  $M = 30,14 \text{ кНм}$  . По формуле 7.3 [31]:

$$M \leq M_{crc} \quad (2.42)$$

Вычисляем момент образования трещин по приближенному способу ядровых моментов по формуле 7.29 [31]:

$$M_{crc} = R_{bt,ser} \times W_{pl} + M_{rp} \quad (2.43)$$

где  $M_{rp}$  – ядровый момент усилия обжатия по формуле 7.30 [31] при  $\gamma_{sp} = 0,9$  :

$$M_{rp} = P_2 (\varepsilon_{op} + r) = 0,9 \times 216150(7,155 + 3,9) = 2150,58 \text{ кНсм} \quad (2.44)$$

$$M_{crc} = 1,1 \times 14524(100) + 2150580 = 3748220 \text{ Нсм} = 37,48 \text{ кНм}$$

Поскольку  $M = 30,14 \text{ кНм} < M_{crc} = 37,48 \text{ кНм}$  трещины в растянутой зоне не образуются. Следовательно, расчет по раскрытию трещин не нужен.

Расчет прогиба плиты. Прогиб определяют от постоянной и длительной нагрузок по табл. Е.1 [29]  $f_u = \frac{5840}{200} = 29,2 \text{ мм} = 2,92 \text{ см}$  .

Полная кривизна изгибаемых предварительно напряженных элементов для вычисления прогибов вычисляется по формуле 9.42 [28]:

$$(2.45)$$

где  $D$  - изгибная жесткость приведенного поперечного сечения, находится по формуле 8.143 [28]:

$$D = E_b \times I_{red} = 32,5 \times 106509,34 \text{ см}^4 = 0,035 \text{ кНм} \quad (2.46)$$

Вычисляем прогиб по формуле:

$$f = \left(\frac{1}{r}\right) s \times l^2 \quad (2.47)$$

где  $s = \frac{5}{48}$  – коэффициент, зависящий от расчетной схемы элемента и вида нагрузки;

$$f = 5,33 \times 10^{-5} \times \frac{5}{48} \times 584^2 = 1,89 \text{ см} < [2,92] \text{ см}$$

### 2.3 Расчет кирпичного простенка

Сбор нагрузок на кирпичный простенок приведен в таблице 2.2

Таблица 2.2 – Сбор нагрузок на кирпичный простенок

| Вид нагрузки  | Нормативная нагрузка, Н/м <sup>2</sup>                   | Коэф.надежности по нагрузке $\gamma_f$ | Расчетная нагрузка, Н/м <sup>2</sup> |
|---|--|--|--------------------------------------|
| От покрытия:<br>I.Постоянная<br>1)Металлочерепица<br>$\rho = \frac{5 \text{ кг}}{\text{м}^2}$                                   | $50 \cdot \cos 36 = 40,45$                               | 1,1<br>табл. 7.1 [29]                  | 44,5                                 |
| 2)Обрешетка<br>60*60 мм., шаг 400<br>$\rho = 500 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ табл.  | $5000 \cdot 0,06 \cdot 0,06 \cdot \cos 36 / 0,4 = 36,41$ | 1,1<br>табл. 7.1 [29]                  | 40                                   |
| 3)Стропильная нога<br>150*50 мм., с шагом 1 м,<br>$\rho = 500 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ табл.                               | $5000 \cdot 0,15 \cdot 0,05 \cdot \cos 36 = 30,34$       | 1,1<br>табл. 7.1 [29]                  | 33,4                                 |
| 4)Прогон сосновый<br>сечением 150*150 мм,<br>$\rho = 500 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ табл.                                    | $5000 \cdot 0,15 \cdot 0,15 = 112,5$                     | 1,1<br>табл. 7.1 [29]                  | 123,75                               |
| 5)Стойка сосновая<br>сечением 150*150 мм,<br>$\rho = 500 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ табл.                                    | $5000 \cdot 3 \cdot 0,15 \cdot 0,15 = 33,75$             | 1,1<br>табл. 7.1 [29]                  | 37,1                                 |
| 6)Цементно-песчаная<br>стяжка $\delta = 0,02 \text{ м}$ ;<br>$\rho = \frac{1800 \text{ кг}}{\text{м}^3}$                        | $18000 \cdot 0,02 = 360$                                 | 1,3<br>табл. 7.1 [29]                  | 468                                  |
| 7) Утеплитель – минплита<br>П-125, $\delta = 0,17 \text{ м}$  | $1250 \cdot 0,17 = 212,5$                                | 1,2<br>табл. 7.1 [29]                  | 255                                  |
| 8)Пароизоляция – 2 слоя<br>рубероида на бит.мастике<br>$\delta = 0,0035 \text{ м}$ ; $\rho = \frac{600 \text{ кг}}{\text{м}^3}$ | $14000 \cdot 0,002 \cdot 2 + 6000 \cdot 0,0035 = 77$     | 1,3<br>табл. 7.1 [29]                  | 100,1                                |

|   |                          |                         |      |
|---|--------------------------|-------------------------|------|
| 9) Многопустотная плита перекрытия  | 3000                     | 1,1<br>табл. 7.1 [29]   | 3300 |
| Итого   | 3903                     | -                       | 4402 |
| II. Временная<br>1) Снеговая нагрузка<br>п.10 [29]<br>$S_0 = 0,7 \times 1 \times 1 \times 0,625$  | 525                      | 1,4 (п. 8.2.2)<br>[29]  | 735  |
| Полезная нагрузка на чердаке $700\text{Н/м}^2$ (табл. 8.3 [29])   | 700                      | 1,3 (п. 8.2.2)<br>[29]  | 910  |
| Итого   | 1225                     | -                       | 1645 |
| -кратковременная  | 857                      | -                       | 1151 |
| -длительная   | 368                      |                         | 494  |
| Всего от покрытия:  | 5128                     | -                       | 6047 |
| От перекрытия:<br>I. Постоянная<br>1) Паркет штучный –<br>15мм,<br>$\delta = 0,015\text{м}; \rho = \frac{600\text{кг}}{\text{м}^3}$<br>(табл. Т.1 [24]) | $6000 \times 0,015 = 90$ | 1,2<br>табл. 7.1 [29]   | 108  |
| 2) Мастика клеящая<br>$\delta = 0,002\text{м}; \rho = \frac{600\text{кг}}{\text{м}^3}$ ;<br>(табл. Т.1 [24])  | $6000 \times 0,002 = 12$ | 1,3<br>табл. 7.1 [29]   | 16   |
| 3) Цементно-песчаная<br>стяжка $\delta = 0,02\text{м}$ ;<br>$\rho = \frac{1800\text{кг}}{\text{м}^3}$ (табл. Т.1  | $1800 \times 0,02 = 360$ | 1,3<br>табл. 7.1 [29]   | 468  |
| 4) Собственный вес<br>многопустотной плиты  | 3000                     | 1,1<br>табл. 7.1 [29]   | 3300 |
| Итого   | 3462                     | -                       | 3892 |
| II. Временная<br>Полезная нагрузка на<br>перекрытие $1500\text{Н/м}^2$<br>(табл. 8.3 [29])  | 1500                     | 1,3<br>табл. 8.2.2 [29] | 1950 |
| Итого   | 1500                     | -                       | 1950 |

|  |                             |                       |      |
|--|-----------------------------|-----------------------|------|
| -кратковременная                                   | 1050                        | -                     | 1365 |
| -длительная  | 450                         |                       | 585  |
| Всего от перекрытия:                               | 4962                        | -                     | 5842 |
| Наружные стены:                                    |                             |                       |      |
| 1) Собственный вес<br>стен $\delta = 0,38\text{м}$ | $18000 \cdot 0,38$<br>=6840 | 1,1<br>табл. 7.1 [29] | 7524 |
| 2) Штукатурка<br>$\delta = 0,02\text{м}$           | $22000 \cdot 0,02$<br>=440  | 1,1<br>табл. 7.1 [29] | 484  |
| Всего от стены:                                    | 7280                        | -                     | 8008 |

Определение расчетных усилий.

Собственный вес стены всех вышележащих этажей:

(2.48)

$$N_1 = (1,72 + 2,1) \times 8 \times 0,5 + ((1,72 + 2,1) \times 3,3 - 2,1 \times 1,5) \times 4 \times 8 \text{кН} = 317,8$$

;

Нагрузка от покрытия и перекрытий вышележащих этажей:

;

Нагрузка от перекрытия, расположенного над рассматриваемым этажом:

$$F_1 = 78,87 \text{кН} .$$

Расчетная продольная сила:

$$N_{1-1} = N_1 + F + F_1 \quad (2.49)$$

$$N_{1-1} = 317,87 + 236,6 + 78,87 = 633,34 \text{кН}$$

Расстояние от точки приложения опорной реакции до внутренней грани стены при глубине заделки плиты  $t=120\text{мм}$ :

(2.50)

Эксцентриситет нагрузки  $F_1$  относительно центра тяжести сечения простенка:

(2.51)

Расчетный изгибающий момент в сечении I-I(рисунок 2.15):

(2.52)

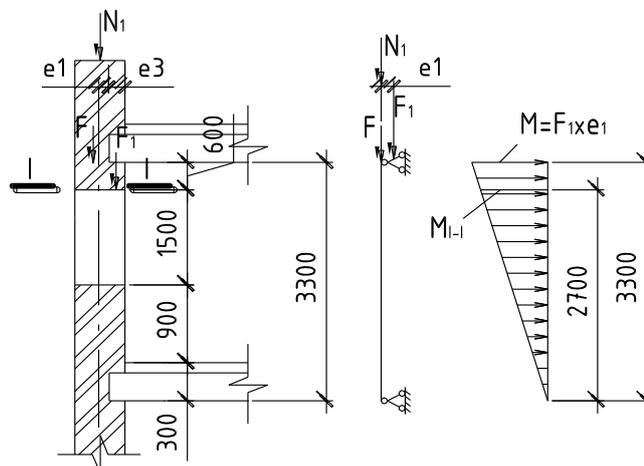


Рисунок 2.15 – Расчетная схема кирпичного простенка

Расчетные характеристики:

Площадь сечения простенка  
 $A = 1720 \times 380 = 653600 \text{ мм}^2 = 0,6536 \text{ м}^2$ ; Коэффициент условий работы

кладки  $\gamma_c = 1,0$ , так как  $A = 0,6536 \text{ м}^2 >$

Расчетная длина простенка  $l_0 = H = 3300 \text{ мм}$ , гибкость простенка

$$\lambda = \frac{l_0}{h} = \frac{3300}{380} = 8,68 \quad (2.53)$$

Коэффициент продольного изгиба всего сечения простенка в плоскости действия изгибающего момента  $\varphi = 0,92$  по таблице 19 [32].

Расчетное сопротивление сжатию кладки из обыкновенного кирпича марки 100 на растворе марки 75:  $R = 1,7 \text{ МПа}$  (таблица 2 [32]).

Временное сопротивление сжатию материала кладки по формуле 3 [32]:

$$R_u = kR = 2 \times 1,7 = 3,4 \text{ МПа} \quad (2.54)$$

Упругая характеристика кладки из обыкновенного кирпича пластического прессования  $\alpha = 1000$  таблица 16 [32]. Проверяем несущую способность простенка. Эксцентриситет расчетной продольной силы  $N_{1-1}$  относительно центра тяжести сечения:

(2.55)

Высота сжатой части поперечного сечения простенка  
 $h_c = h - 2e_0 = 380 - 2 \times 15,28 = 349,44 \text{ мм}$ .

Гибкость сжатой части поперечного сечения простенка:

$$\lambda_{hc} = \frac{l_0}{h_c} = \frac{3300}{349,44} = 9,44 \quad (2.56)$$

Коэффициент продольного изгиба для сжатой части сечения по таблице 19 [32]  $\varphi_c = 0,88$ .

Коэффициент продольного изгиба при внецентренном сжатии

$$\varphi_1 = \frac{\varphi + \varphi_c}{2} = \frac{0,92 + 0,88}{2} = 0,9$$

(2.57)

Коэффициент  $\omega$  определяется по таблице 20 [32]:

$$\omega = 1 + \frac{e_0}{h} \leq 1,45 \quad (2.58)$$

$$\omega = 1 + \frac{15,28}{380} = 1,04 \leq 1,45$$

Несущая способность простенка в сечении I-I как внецентренно сжатого элемента по формуле 13 [32]:

$$N \leq m_g \times \varphi_1 \times R \times A_c \times \omega$$

$A_c$

(2.59) где  $m_g = 1,0$ , так как  $h > 30\text{см}$ ; по формуле 14 [32]:

$$N = 1,0 \times 0,9 \times 3,4 \times 60103,68 \times 1,04 = 191273,95\text{Н} = 191,27\text{кН} < N_{T-I} =$$

Несущая способность простенка меньше расчетного усилия  $N$  необходимо усилить простенок поперечным армированием. Проверяем условие эффективности применения поперечного армирования: высота ряда

$$e = 15,28\text{мм} < 0,17h = 64,6\text{мм}$$

кладки; расчетный эксцентриситет  $e$ ; гибкость простенка  $\lambda_h = 8,68 < 15$ .

Условия соблюдаются, следовательно, можно применить усиление кладки поперечным армированием. Принимаем армирование прямоугольными сетками из арматуры класса В500,  $\varnothing 5$ , размер ячейки  $s=50\text{мм}$ ;  $R_s = 415\text{МПа}$  (таблица 6.14[28]);  $R_{s,ser} = 500\text{МПа}$  (таблица 6.13[28]).

Коэффициент условий работы арматуры в каменной кладке  $\gamma_{cs} = 0,6$  (таблица 14 [32]).

$$R_s = \gamma_{cs} \times R_s = 0,6 \times 415 = 249\text{МПа} \quad (2.60)$$

$$R_{s,ser} = \gamma_{cs} \times R_{s,ser} = 0,6 \times 500 = 300\text{МПа} \quad (2.61)$$

Требуемое расчетное сопротивление сжатию армированной кладки из условия экономического проектирования: 2.62)

$$R_{skb} = 1,13\text{МПа}$$

Требуемый процент армирования (п.7.30 [32]) кладки не должен превышать:

$$\mu = 50 \frac{R}{R_s} = 50 \frac{1,7}{415} = 0,2\% \quad (2.63)$$

Минимальный процент армирования кладки сетчатой арматурой при внецентренном сжатии  $\mu_{min} = 0,1\%$ .

Расчетные характеристики армированной кладки. Временное сопротивление сжатию армированной кладки:

$$R_{sku} = kR + \frac{2R_{s,ser} \times \mu}{100} \quad (2.64)$$

$$R_{sku} = 2 \times 1,7 + \frac{2 \times 300 \times 0,2}{100} = 4,6\text{МПа}$$

Расчетное сопротивление сжатию армированной кладки:

$$R_{skb} = R + \frac{2\mu R_s}{100} \left(1 - \frac{2e_0}{y}\right) \quad (2.65)$$

$$R_{skb} = 1,7 + \frac{2 \times 0,2 \times 249}{100} \left( 1 - \frac{2 \times 15,28}{190} \right) = 2,53 < 2R = 3,4 \text{ МПа}$$

Упругая характеристика армированной кладки (формула 4 [32]):

$$\alpha_{sk} = \alpha \frac{R_u}{R_{sku}} = 1000 \frac{3,4}{4,6} = 739 \quad (2.66)$$

При  $\lambda_h = 8,68$  и  $\alpha_{sk} = 739$  находим по таблице 19[32] интерполяцией  $\varphi = 0,88$ ; при и  $\alpha_{sk} = 739$ ,  $\varphi_c = 0,85$ .

Коэффициент продольного изгиба армированной кладки при внецентренном сжатии:

$$\varphi_1 = \frac{\varphi + \varphi_c}{2} = \frac{0,88 + 0,85}{2} = 0,87$$

Проверяем несущую способность простенка в сечении I-I (см. рисунок 2.14), армированного сетками:

$$N \leq m_g \times \varphi_1 \times R_{skb} \times A \left( 1 - \frac{2e_0}{h} \right) \times \omega \quad (2.67)$$

$$N = 1 \times 0,87 \times 2,53 \times 653600 \left( 1 - \frac{2 \times 15,28}{380} \right) \times 1,04 = 1375860 \text{ Н} = 1375,86$$

;

Условие прочности  $N > N_{I-I}$  удовлетворяется, следовательно, прочность армированной кладки простенка достаточна.

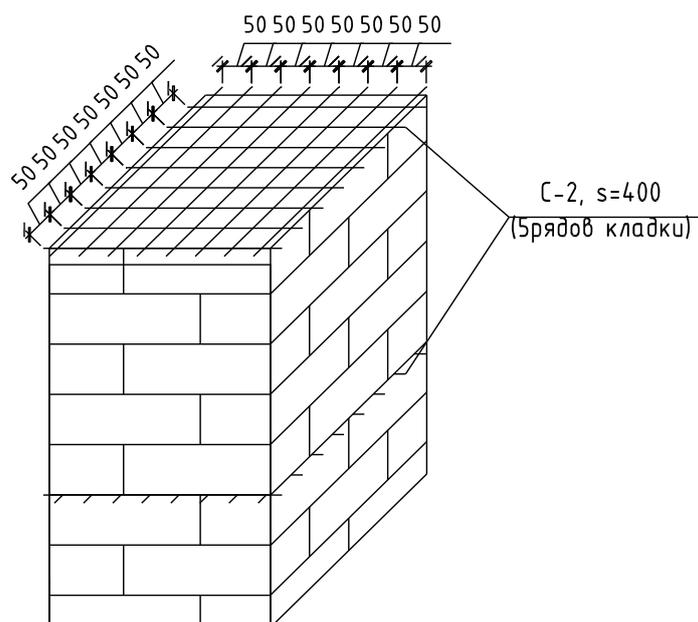
Относительный эксцентриситет , поэтому расчет по раскрытию трещин не производим. Требуемый шаг сеток из проволочной арматуры  $\phi 5$  мм В500 по высоте кладки простенка:

$$s = \frac{2A_s}{\mu c} \times 100 = \frac{2 \times 19,6}{0,2 \times 50} \times 100 = 392 \text{ мм} = 39,2 \text{ см} \quad (2.68)$$

Средняя высота ряда кирпичной кладки составляет 80мм, тогда количество рядов кладки, через которые укладывают сетки, составляет  $392/80=5$  рядов кладки. Принимаем шаг сеток  $s = 400 \text{ мм}$ .

Проверяем процент армирования кладки простенка:

Следовательно, принятая схема армирования кладки простенка удовлетворяет нормативным требованиям и условию



прочности.

Рисунок 2.16 – Схема армирования кирпичного простенка

### 3 Основания и фундаменты

#### 3.1 Анализ инженерно-геологических условий

Площадка под строительство мини-гостиницы расположена на спортивно-оздоровительной базе «Самохвал», на территории Республики Хакасия г. Абакан по улице Буденного.

Климатический район – IV [4];

Расчетная зимняя температура наружного воздуха  $-37^{\circ}\text{C}$  [4];

Нормативное давление ветра – 0,38 кПа;

Вес снегового покрова -  $p = 1,2$  кПа [4];

Нормативная глубина сезонного промерзания составляет  $d_{fn} = 2,90$  м.

Инженерно-геологические изыскания выполнялись ОАО «СибНИиПИ землеустройства и мелиорации», 7-10 августа 2009г. В геологическом строении площадки принимают участие осадочные отложения (C1), четвертичные элювиальные отложения ( $eQ_{c1}$ ), и современные делювиальные ( $dQ_{IV}$ ) и аллювиальные ( $aQ_{IV}$ ) отложения. Аллювиально-делювиальные отложения представлены супесями твердыми. Элювиальные отложения – дресвяным и щебенистым грунтом с супесчаным заполнителем от 18 до 38%, а также супесями дресвяными твердыми. Ниже располагаются туффиты светло-зеленые с прослоями алевролитов коричневых.

В процессе бурения скважин получены следующие типы грунта:

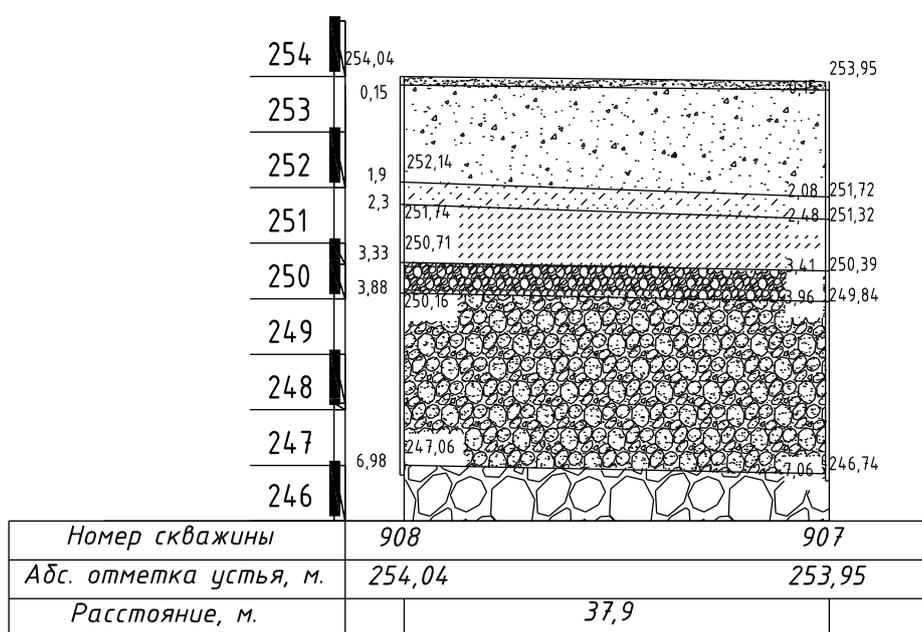
- ✓ Супесь твердая;

- ✓ Супесь дресвяная твердая;
- ✓ Дресвяный грунт с супесчаным заполнителем 38%;
- ✓ Щебенистый грунт с супесчаным заполнителем 20%;
- ✓ Галечниковый грунт с песчаным заполнителем 20%;
- ✓ Туффиты средней прочности.

Грунтовые воды при проведении инженерно-геологических изысканий не встречены.

Сейсмичность района, согласно [34] составляет 7 баллов.

Геолого-литологический разрез представлен на рисунке 3.1.



- почвенно-растительный
- супесь твердая
- супесь дресвяная твердая
- дресвяный грунт с супесчаным заполнителем
- щебенистый грунт с супесчаным заполнителем
- галечниковый грунт с песчаным заполнителем
- туффиты средней прочности

Рисунок 3.1 – Геолого-литологический разрез

### 3.2 Обоснование выбора фундамента

Конструктивно здание мини-гостиницы представляет собой четырехэтажное кирпичное здание без подвального помещения. Конструктивная схема здания - с продольными несущими стенами; перекрытия – многпустотные ж/б плиты перекрытия; размеры здания в плане 16,62x26,12.

Рассмотрим возможные варианты фундаментов под проектируемое здание:

- Ленточный фундамент на естественном основании;
- Плитный фундамент (шведская плита);
- Забивные сваи;
- Винтовые сваи;
- Буронабивные сваи;

Проанализируем рассмотренные варианты:

Винтовые сваи предназначены для возведения небольших, малоэтажных зданий, следовательно, в данном случае такой вариант фундаментов рассматривать не стоит. Для устройства буронабивных свай требуется специальная техника, т.к. она дорогостоящая, данный вариант фундаментов не подходит. Возведение плитного фундамента нецелесообразно за счет высокой стоимости.

Рассмотрев данные варианты фундаментов, сравнив их основные достоинства и недостатки, было решено, что наиболее рациональным вариантом является возведение ленточного фундамента на естественном основании.

### 3.3 Сбор нагрузок на фундамент

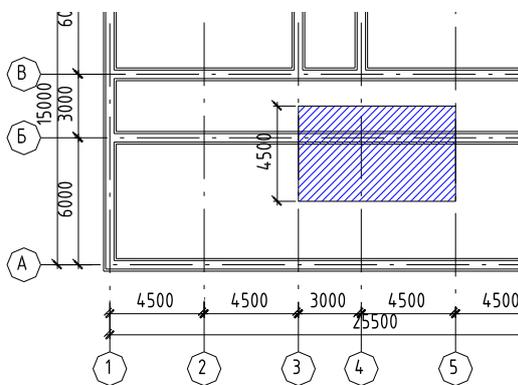


Рисунок 3.2 – Грузовая площадь наиболее нагруженной средней стены

Таблица 3.1– Сбор нагрузок на фундамент под несущую стену по оси Б, в осях 3-5

| Вид нагрузки   | Нормативная $\frac{кН}{м}$                   | $\gamma_f > 1$<br>табл.7.1<br>[29] | Расчетная<br>я $\frac{кН}{м}$ |
|--|--|------------------------------------|-------------------------------|
| <b>Постоянная нагрузка <math>P_d</math></b>                                  |  |                                    |                               |
| 1. От стен:<br>Кирпичная стена $t=0,38м$ ; $h=3м$ ;<br>$\rho = 1800кг/м^3$ ; | $18 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 0,38$<br>$= 82,08$ | 1,1                                | 90,29                         |

|   |  |     |        |
|---|--|-----|--------|
| Штукатурка – $\delta = 0,02\text{м}; \rho = 1800\text{кг/м}^3$  | $18*3*4*2*0,02=8,64$                     | 1,3 | 11,23  |
| Антисейсмический пояс $t=0,14\text{м};$<br>$h=0,22\text{м}; \rho = 2500\text{кг/м}^3$   | $25*3*4*0,22=66$                         | 1,1 | 72,6   |
| Итого   | 156,72                                   | -   | 174,12 |
| 2.От перекрытий:<br>Ж/б многопустотная плита перекрытия   | $3*3*4,5=40,5$                           | 1,1 | 44,55  |
| Цементно-песчаная стяжка $\delta = 0,02\text{м};$<br>$\rho = 1800\text{кг/м}^3$   | $18*3*0,02*4,5=4,86$                     | 1,3 | 6,32   |
| Мастика клеящая<br>$\delta = 0,002\text{м}; \rho = 600\text{кг/м}^3$  | $6*3*0,002*4,5=0,162$                    | 1,3 | 0,21   |
| Паркет штучный – 15мм<br>$\delta = 0,015\text{м}; \rho = 600\text{кг/м}^3$  | $6*3*0,015*4,5=1,22$                     | 1,2 | 1,46   |
| Итого   | 46,74                                    | -   | 52,54  |
| 3.От покрытия:<br>Ж/б многопустотная плита перекрытия   | $3*4,5=13,5$                             | 1,1 | 14,85  |
| Пароизоляция – 2 слоя<br>рубероида $\delta = 0,002\text{м}; \rho = 1400\text{кг/м}^3$<br>на бит.мастике<br>$\delta = 0,0035\text{м}; \rho = 600\text{кг/м}^3$ | $(14*0,002+6*0,0035)$<br>$*2*4,5=0,44$   | 1,3 | 0,57   |
| Утеплитель – минплита П-125, $\delta = 0,17\text{м}$  | $1,25*0,17*4,5=0,96$                     | 1,2 | 1,15   |
| Цементно-песчаная стяжка $\delta = 0,02\text{м};$<br>$\rho = 1800\text{кг/м}^3$   | $18*0,02*4,5=1,62$                       | 1,3 | 2,11   |
| Итого   | 16,52                                    | -   | 18,68  |
| 4.От крыши:<br>Кирпичный столбик $0,38*0,38*0,35\text{м};$<br>$\rho = 1800\text{кг/м}^3$  | $18 * 0,38 * 0,38 * 0,35 = 0,91$         |     | 1,0    |
| Подкладка $200*200\text{мм}, \rho = 500 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ табл.<br>Т.1[4], $\delta = 0,05\text{м}$  | $5*0,2*0,2*0,05=0,01$                    | 1,1 | 0,011  |
| Стойка сосновая сечением $150*150 \text{ мм},$<br>$\rho = 500 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ табл. Т.1[4], $h=3\text{м};$                                      | $5 * 0,15 * 0,15 * 3 = 0,34$             | 1,1 | 0,37   |
| Прогон сосновый сечением $150*150 \text{ мм},$<br>$\rho = 500 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ табл. Т.1[4]  | $5 * 0,15 * 0,15 * 4,5 = 0,51$           |     | 0,561  |
| Подкосы 2шт, $100*100\text{мм}, \rho = 500 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$<br>табл. Т.1[4], $l=3,4\text{м}$   | $5*0,1*0,1*3,4*2$<br>$*\cos 45=0,24$     | 1,1 | 0,264  |
| Стропильная нога сечением $150*50 \text{ мм.},$<br>с шагом 1 м, $\rho = 500 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ табл. Т.1[4]  | $5*0,15*0,05*4,8$<br>$*\cos 36*4,5=0,66$ | 1,1 | 0,73   |

|  |   |                    |        |
|--|---|--------------------|--------|
|  |   |                    |        |
| Обрешетка из брусков 60*60 мм., шаг 400 мм, $\rho = 500 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ табл. Т.1[4]         | $5*0,06*0,06*12 * \cos 36 * 4,5 = 0,79$ | 1,1                | 0,87   |
| Металлочерепица $\rho = 5 \frac{\text{кг}}{\text{м}^2}$ , $\delta = 0,75 \text{мм.}$                       | $0,05 * \cos 36 * 4,5 = 0,18$           | 1,1                | 0,198  |
| Итого  | 3,64                                    | -                  | 4,0    |
| <b>Итого постоянная</b>  | 223,62                                  | -                  | 249,34 |
| <b>Временная нагрузка P</b>  |   |                    |        |
| Кратковременная нагрузка:<br>Полезная нагрузка на 1,5 кН/м <sup>2</sup> , табл. 8.3 [29]                   | 1,5*4,5*3=20,25                         | 1,3 (п. 8.2.2)[29] | 30,42  |
| Полезная нагрузка на чердаке 0,7 кН/м <sup>2</sup> , табл. 8.3 [29]  | 0,7*4,5=3,15                            |                    |        |
| Снеговая нагрузка п.10 [29]<br>$S_0 = 0,7 \times 1 \times 1 \times 0,625 \times 1,2 = 0,525 \text{кН/м}^2$ | 0,525*4,5=2,36                          | 1,4 (п. 8.2.2)[29] | 3,31   |
| <b>Итого временная</b>   | 25,76                                   | -                  | 33,73  |
| <b>Всего постоянная + временная</b>  | 249,38                                  | -                  | 283,07 |

Определяем снеговую нагрузку согласно п. 10 [29].

Нормативное значение снеговой нагрузки на горизонтальную проекцию покрытия определим по формуле 10.1 [29]

$$S_0 = 0,7 * c_e * c_t * \mu * S_g \quad (3.1)$$

где  $c_e=1$  (10.9 [29]) – коэффициент, учитывающий снос снега под действием ветра или других факторов;

$c_t=1$  (10.10 [29]) – термический коэффициент;

$\mu=1,25*0,5=0,625$  (табл.Г.1 [29]) – коэффициент перехода от веса снегового покрова земли к снеговой нагрузки на покрытие;

$S_g=1,2 \text{ кН/м}^2$  (табл.10.1[29]) - вес снегового покрова, принимаемый на 1 м<sup>2</sup> горизонтальной поверхности земли.

$$S_0 = 0,7 \times 1 \times 1 \times 0,625 \times 1,2 = 0,525 \text{кН/м}^2$$

$$N_{\text{снег}} = S_0 * \gamma_f * A_{\text{гр}} * \gamma_n \quad (3.2)$$

где  $\gamma_f=1,4$  – коэффициент надёжности по снеговой нагрузке (п. 10.12 [29])

$$N_{\text{снег}} = 0,525 \times 1,4 \times 4,5 \times 0,95 = 3,14 \text{кН/м};$$

Рассчитаем постоянную нагрузку, действующую на погонный метр стены:

$$N_{\text{пост}} = 1,02 \div 1,04 (\sum F_{\text{оп}}) = 1,02 * q_{\text{пост}} \times \gamma_n$$

где  $q_{\text{пост}}$  – постоянная нагрузка;

$\gamma_n = 0,95$  – коэффициент надёжности по назначению;

$$N_{\text{пост}} = 1,02 \times 249,34 \times 0,95 = 241,61 \text{кН/м};$$

Определим временную нагрузку, действующую на стену:

Согласно пунктам 6 [29], кратковременные нагрузки нужно умножить на коэффициент сочетания нагрузок  $\psi_{t1}$  и  $\psi_{t2}$ :  $\psi_{t1}=1,0$ ,  $\psi_{t2}=0,9$ , п. 6.4 [29].

$$N_{вр} = (P_1 \times \psi_{t1} + P_2 \times \psi_{t2}) \times \gamma_n$$

$$N_{вр} = (30,42 \times 1 + 3,31 \times 0,9) \times 0,95 = 31,73 \text{ кН/м};$$

Полная нагрузка на 1 погонный метр стены равна:

$$N_{полн} = N_{пост} + N_{вр} = 241,61 + 31,73 = 273,34 \text{ кН/м}$$

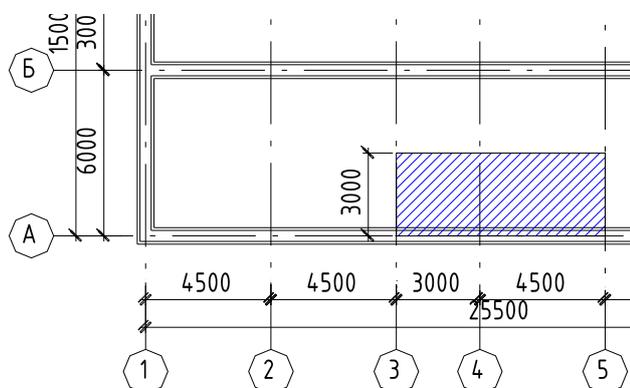


Рисунок 3.3 – Грузовая площадь наиболее нагруженной крайней стены

Таблица 3.2– Сбор нагрузок на фундамент под несущую стену по оси А, в осях 3-5

| Вид нагрузки   | Нормативная $\frac{\text{кН}}{\text{м}}$                                 | $\gamma_f > 1$<br>табл.7.1<br>[29] | Расчетная<br>я $\frac{\text{кН}}{\text{м}}$ |
|--|--|------------------------------------|---|
| <b>Постоянная нагрузка <math>P_d</math></b>  |  |                                    |   |
| 1. От стен:<br>Кирпичная стена $t=0,38\text{м}$ ; $h=3\text{м}$ ;<br>$\rho = 1800\text{кг/м}^3$ ;          | $18 \cdot 3,3 \cdot 4 \cdot 0,38 = 90,29$                                | 1,1                                | 99,32                                       |
| Штукатурка – $\delta = 0,02\text{м}$ ; $\rho = 1800\text{кг/м}^3$  | $18 \cdot 3,3 \cdot 4 \cdot 0,02 = 4,75$                                 | 1,3                                | 6,18  |
| Утеплитель – минплита П-125, $\delta = 0,12\text{м}$   | $1,25 \cdot 3,3 \cdot 4 \cdot 0,12 = 1,98$                               | 1,2                                | 2,38  |
| Металлическая обрешетка, ПН-6 100x40x0,6мм, $m=0,79\text{кг/м}$ ;<br>ПС-4 75x50x0,5мм, $m=0,66\text{кг/м}$ | $0,0079 \cdot 3,3 \cdot 4 / 0,6 + 0,0066 \cdot 3,3 \cdot 4 / 0,6 = 0,32$ | 1,1                                | 0,35  |
| Керамогранит, $m=37,5\text{кг/м}^2$  | $0,375 \cdot 3,3 \cdot 4 = 4,95$   | 1,2                                | 5,94  |
| Витражи, $m=35\text{кг/м}^2$   | $0,35 \cdot 3 \cdot 4 = 4,2$   | 1,2                                | 5,04  |
| Антисейсмический пояс $t=0,26\text{м}$ ;<br>$h=0,22\text{м}$ ; $\rho = 2500\text{кг/м}^3$                  | $25 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 0,26 = 78$                                     | 1,1                                | 85,8  |
| Итого  | 184,49   | -                                  | 205,01                                      |
| 2. От перекрытий:<br>Ж/б многопустотная плита перекрытия   | $3 \cdot 3 \cdot 3 = 27$   | 1,1                                | 29,7  |
| Цементно-песчаная стяжка $\delta = 0,02\text{м}$ ;<br>$\rho = 1800\text{кг/м}^3$                           | $18 \cdot 3 \cdot 0,02 \cdot 3 = 3,24$                                   | 1,3                                | 4,21  |

|   |  |                   |        |
|---|--|-------------------|--------|
| Мастика клеящая<br>$\delta = 0,002\text{м}; \rho = 600\text{кг/м}^3$  | $6*3*0,002*3=0,108$                    | 1,3               | 0,14   |
| Паркет штучный – 15мм<br>$\delta = 0,015\text{м}; \rho = 600\text{кг/м}^3$  | $6*3*0,015*3=0,81$                     | 1,2               | 0,97   |
| Итого   | 31,16                                  | -                 | 35,02  |
| 3. От покрытия:<br>Ж/б многоспустотная плита перекрытия   | $3*3=9$                                | 1,1               | 9,9    |
| Пароизоляция – 2 слоя<br>рубероида $\delta = 0,002\text{м}; \rho = 1400\text{кг/м}^3$<br>на бит.мастике<br>$\delta = 0,0035\text{м}; \rho = 600\text{кг/м}^3$ | $(14*0,002+6*0,0035)$<br>$*2*3=0,29$   | 1,3               | 0,38   |
| Утеплитель – минплита П-125, $\delta = 0,17\text{м}$  | $1,25*0,17*3=0,64$                     | 1,2               | 0,77   |
| Цементно-песчаная стяжка $\delta = 0,02\text{м};$<br>$\rho = 1800\text{кг/м}^3$   | $18*0,02*3=1,08$                       | 1,3               | 1,4    |
| Итого   | 11,01                                  | -                 | 12,45  |
| 4. От крыши:<br>Кирпичный столбик 0,38x0,38x0,35м;<br>$\rho = 1800\text{кг/м}^3$  | $18 * 0,38 * 0,38 * 0,35 = 0,91$       |                   | 1,0    |
| Подкладка 200x200мм, $\rho = 500 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ табл.<br>Т.1[4], $\delta = 0,05\text{м}$   | $5*0,2*0,2*0,05=0,01$                  | 1,1               | 0,011  |
| Стойка сосновая сечением 150*150 мм,<br>$\rho = 500 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ табл. Т.1[4], h=3м;   | $5 * 0,15 * 0,15 * 3 = 0,34$           | 1,1               | 0,37   |
| Прогон сосновый сечением 150*150 мм,<br>$\rho = 500 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ табл. Т.1[4]  | $5 * 0,15 * 0,15 * 3 = 0,34$           | 1,1               | 0,37   |
| Подкос, 100x100мм, $\rho = 500 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ табл.<br>Т.1[4], l=3,4м  | $5*0,1*0,1*3,4$<br>$*\cos 45=0,12$     | 1,1               | 0,132  |
| Стропильная нога сечением 150*50 мм.,<br>с шагом 1 м, $\rho = 500 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ табл. Т.1[4]  | $5*0,15*0,05*4,8$<br>$*\cos 36*3=0,44$ | 1,1               | 0,48   |
| Обрешетка из брусков 60*60 мм., шаг<br>400 мм, $\rho = 500 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ табл. Т.1[4]   | $5*0,06*0,06*12$<br>$*\cos 36*3=0,52$  | 1,1               | 0,57   |
| Металлочерепица $\rho = 5 \frac{\text{кг}}{\text{м}^2}, \delta = 0,75\text{мм}.$  | $0,05 * \cos 36 * 3 = 0,12$            | 1,1               | 0,132  |
| Итого   | 2,8                                    | -                 | 3,06   |
| <b>Итого постоянная</b>   | 229,46                                 | -                 | 255,54 |
| <b>Временная нагрузка P</b>   |  |                   |        |
| Кратковременная нагрузка:<br>Полезная нагрузка на $1,5 \text{ кН/м}^2$ , табл. 8.3  | $1,5*3*3=13,5$                         | 1,3 (п.<br>8.2.2) | 20,28  |

|   |              |                    |        |
|---|--------------|--------------------|--------|
| [29]<br>Полезная нагрузка на чердаке 0,7 кН/м <sup>2</sup> ,<br>табл. 8.3 [29]                              | 0,7*3=2,1    | [29]               |        |
| Снеговая нагрузка п.10 [29]<br>$S_0 = 0,7 \times 1 \times 1 \times 0,625 \times 1,2 = 0,525 \text{ кН/м}^2$ | 0,525*3=1,58 | 1,4 (п. 8.2.2)[29] | 2,21   |
| <b>Итого временная</b>  | 17,18        | -                  | 22,49  |
| <b>Всего постоянная + временная</b>   | 246,64       | -                  | 278,03 |

$$N_{\text{снег}} = S_0 * \gamma_f * A_{\text{гр}} * \gamma_n$$

где  $\gamma_f=1,4$  – коэффициент надёжности по снеговой нагрузке (п. 10.12 [29])

$$N_{\text{снег}} = 0,525 \times 1,4 \times 3 \times 0,95 = 2,09 \text{ кН/м};$$

Рассчитаем постоянную нагрузку, действующую на погонный метр стены:

$$N_{\text{пост}} = 1,02 \div 1,04 (\sum F_{\text{оп}}) = 1,02 * q_{\text{пост}} \times \gamma_n$$

где  $q_{\text{пост}}$  – постоянная нагрузка;

$\gamma_n = 0,95$  – коэффициент надёжности по назначению;

$$N_{\text{пост}} = 1,02 \times 255,54 \times 0,95 = 247,62 \text{ кН/м};$$

Определим временную нагрузку, действующую на стену:

Согласно пунктам 6 [29], кратковременные нагрузки нужно умножить на коэффициент сочетания нагрузок  $\psi_{t1}$  и  $\psi_{t2}$ :  $\psi_{t1} = 1,0$ ,  $\psi_{t2} = 0,9$ , п. 6.4 [29].

$$N_{\text{вр}} = (P_1 \times \psi_{t1} + P_2 \times \psi_{t2}) \times \gamma_n$$

$$N_{\text{вр}} = (20,28 \times 1 + 2,21 \times 0,9) \times 0,95 = 21,16 \text{ кН/м};$$

Полная нагрузка на 1 погонный метр стены равна:

$$N_{\text{полн}} = N_{\text{пост}} + N_{\text{вр}} = 247,62 + 21,16 = 268,78 \text{ кН/м}$$

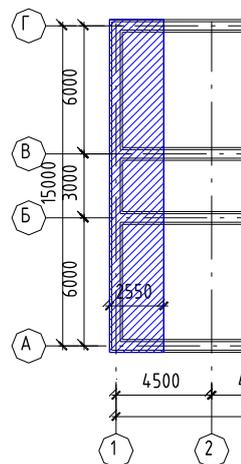


Рисунок 3.4 – Грузовая площадь самонесущей стены

Таблица 3.3– Сбор нагрузок на фундамент под самонесущую стену по оси 1

| Вид нагрузки                                | Нормативная $\frac{\text{кН}}{\text{м}}$ | $\gamma_f > 1$<br>табл.7.1<br>[29] | Расчетная $\frac{\text{кН}}{\text{м}}$ |
|---|--|------------------------------------|--|
| <b>Постоянная нагрузка <math>P_d</math></b> |  |                                    |  |

|   |   |                    |       |
|---|---|--------------------|-------|
| 1. От стен:<br>Кирпичная стена $t=0,38\text{м}$ ; $h=3\text{м}$ ;<br>$\rho = 1800\text{кг/м}^3$ ;             | $18*0,38*7,2$<br>$=49,25$                         | 1,1                | 54,17 |
| Штукатурка – $\delta = 0,02\text{м}$ ; $\rho = 1800\text{кг/м}^3$   | $18*7,2*0,02=2,59$                                | 1,3                | 3,37  |
| Утеплитель – минплита П-125, $\delta = 0,12\text{м}$  | $1,25*7,2*0,12=1,08$                              | 1,2                | 1,3   |
| Металлическая обрешетка, ПН-6<br>100х40х0,6мм, $m=0,79\text{кг/м}$ ;<br>ПС-4 75х50х0,5мм, $m=0,66\text{кг/м}$ | $0,0079*7,2/0,6$<br>$+0,0066*7,2/0,6$<br>$=0,174$ | 1,1                | 0,19  |
| Керамогранит, $m=37,5\text{кг/м}^2$   | $0,375*7,2=2,7$                                   | 1,2                | 3,24  |
| Антисейсмический пояс $t=0,26\text{м}$ ; $h=0,22\text{м}$ ;<br>$\rho = 2500\text{кг/м}^3$                     | $25*0,38*0,22=2,09$                               | 1,1                | 2,3   |
| Итого   | 57,88   | -                  | 64,57 |
| 2. От крыши:<br>Мауэрлат 150х150мм, $\rho = 500 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ табл. Т.1[4]                    | $5 * 0,15 * 0,15 * 1 = 0,11,3$                    |                    | 0,124 |
| Стропильная нога сечением 150*50 мм., с шагом 1 м, $\rho = 500 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ табл. Т.1[4]     | $5*0,15*0,05*2,7$<br>$*\cos36=0,05$               | 1,1                | 0,06  |
| Обрешетка из брусков 60*60 мм., шаг 400 мм, $\rho = 500 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ табл. Т.1[4]            | $5*0,06*0,06*2,7$<br>$*\cos36/0,4=0,1$            | 1,1                | 0,11  |
| Металлочерепица $\rho = 5 \frac{\text{кг}}{\text{м}^2}$ , $\delta = 0,75\text{мм}$ .                          | $0,05 * \cos36 * 2,7 = 0,11,1$                    |                    | 0,12  |
| Итого   | 0,38  | -                  | 0,414 |
| <b>Итого постоянная</b>   | 58,26   | -                  | 64,98 |
| <b>Временная нагрузка P</b>   |   |                    |       |
| Снеговая нагрузка п.10 [29]<br>$S_0 = 0,7 \times 1 \times 1 \times 0,625 \times 1,2 = 0,525\text{кН/м}^2$     | $0,525*2,7=1,42$                                  | 1,4 (п. 8.2.2)[29] | 2,0   |
| <b>Итого временная</b>  | 1,42  | -                  | 2,0   |
| <b>Всего постоянная + временная</b>   | 59,68   |                    | 66,98 |

$$N_{\text{снег}} = S_0 * \gamma_f * A_{\text{гр}} * \gamma_n$$

где  $\gamma_f=1,4$  – коэффициент надёжности по снеговой нагрузке (п. 10.12 [29])

$$N_{\text{снег}} = 0,525 \times 1,4 \times 2,7 \times 0,95 = 1,89\text{кН/м};$$

Рассчитаем постоянную нагрузку, действующую на погонный метр стены:

$$N_{\text{пост}} = 1,02 \div 1,04 (\sum F_{\text{оп}}) = 1,02 * q_{\text{пост}} \times \gamma_n$$

где  $q_{\text{пост}}$  – постоянная нагрузка;

$\gamma_n = 0,95$  – коэффициент надёжности по назначению;

$$N_{\text{пост}} = 1,02 \times 64,98 \times 0,95 = 62,97 \text{ кН/м};$$

Определим временную нагрузку, действующую на стену:

$$N_{\text{вр}} = 2,0 \times 0,95 = 1,9 \text{ кН/м};$$

Полная нагрузка на 1 погонный метр стены равна:

$$N_{\text{полн}} = N_{\text{пост}} + N_{\text{вр}} = 62,97 + 1,9 = 64,87 \text{ кН/м}$$

### 3.4 Расчет фундамента на естественном основании

#### 3.4.1 Обоснование глубины заложения фундамента

Глубина заложения фундаментов принимается с учетом значений нормативной и расчетной глубины промерзания, а также зависит от функционального назначения здания.

Расчетная глубина сезонного промерзания находится согласно п. 5.5.4 [35]

$$d_f = k_n \cdot d_{fn} = 0,6 \cdot 2,9 = 1,74 \text{ м}, \quad (3.3)$$

где  $d_{fn} = 2,9 \text{ м}$  - нормативная глубина промерзания;  $k_n = 0,6$  (таблица 5.2 [35]) - коэффициент, учитывающий влияние теплового режима сооружения (т.к. здание без подвала с полами, устраиваемыми на лагах по грунту).

По табл. 5.3 [35] глубина заложения фундаментов не зависит от расчетной глубины промерзания  $d_f$ : для супесей с  $I_L < 0$ ,  $d_w > d_f + 2 = 1,74 + 2 = 3,74$

Таким образом, принимаем мелкозаглубленный ленточный фундамент.

#### 3.4.2 Расчет ленточного фундамента под несущую стену

$$F = N_{\text{полн}} = 273,34 \text{ кН/м};$$

Предварительно ширину ленточного фундамента назначаем, пользуясь  $R_0$  (табл. В.3 прил. В [35]). Интерполяцией для коэффициента пористости  $e = 0,82$ ; показателя текучести  $I_L = -2,2 \Rightarrow R_0 = 220 \text{ кПа}$ ;

Ширину подошвы фундамента определяем по формуле:

$$b = \frac{F}{R_0 - \gamma_{mt} \cdot h} \quad (3.4)$$

где  $\gamma_{mt} = 20 \text{ кН/м}^3$  - средневзвешенное значение удельного веса фундамента и грунта на обрезах фундамента;

$h = 0,6 \text{ м}$  - глубина заложения фундамента;

$$b = \frac{273,34}{220 - 20 \cdot 0,6} = 1,3 \text{ м}$$

Учтем влияние глубины заложения фундамента и его ширины на величину расчетного сопротивления по формуле В.1 прил. В [35]:

$$R = R_0 \times \left[ 1 + k_1 \frac{(b - b_0)}{b_0} \right] \times \frac{(d + d_0)}{2d_0} \quad (3.5)$$

где  $b_0 = 1 \text{ м}$ ;  $d_0 = 2 \text{ м}$ ;  $b = 1,3$ ;  $d = 0,6 \text{ м}$ ;  $k_1 = 0,05$ ;  $k_2 = 0,2$ ;

$$R = 220 \times \left[ 1 + 0,05 \frac{(1,3 - 1)}{1} \right] \times \frac{(0,6 + 2)}{2 \times 2} = 220 \times 1,015 \times 0,65 = 145,14 \text{ кПа};$$

Пересчитываем ширину фундамента:

$$b = \frac{273,34}{145,14 - 20 \cdot 0,6} = 2,05 \text{ м}$$

Вычислим расчётное сопротивление грунта основания  $R_7$  по формуле 5.7 [35]:

$$R = \frac{\gamma_{c1}\gamma_{c2}}{k} [M_{\gamma}k_z b \gamma_{II} + M_q d_1 \gamma'_{II} + (M_q - 1) d_b \gamma'_{II} + M_c c_{II}], \quad (3.6)$$

где  $\gamma_{c1} = 1,25$  и  $\gamma_{c2} = 1,1$  (таблица 5.4 [35]),

$k = 1,0$  - коэффициент, учитывающий прочностные характеристики грунта;

$M_{\gamma} = 0,66, M_q = 3,65, M_c = 6,24$  при  $\varphi_{II} = 23^\circ$  - коэффициенты, принимаемые по таблице 5.5 [35];

$k_z = 1$  - коэффициент, принимаемый равным единице при  $b < 10$  м;

$b = 2,05$  м - ширина подошвы фундамента;

$\gamma_{II} = 16,3 \text{ кН/м}^3$  - осреднённый расчётный удельный вес грунтов, залегающих ниже подошвы фундамента,  $\gamma'_{II} = 16,3 \text{ кН/м}^3$  - то же, залегающих выше подошвы фундамента;

$d_1 = 0,6$  м - глубина заложения фундаментов;

$c_{II} = 12 \text{ кПа}$  - расчетное значение удельного сцепления грунта, залегающего непосредственно под подошвой фундамента;

$$R = \frac{1,25 \times 1,1}{1,0} [0,66 \times 1 \times 2,05 \times 16,3 + 3,65 \times 0,6 \times 16,3 + 0 + 6,24 \times 12] = 1,375(22,05 + 35,7 + 74,88) = 182,37 \text{ кПа}$$

;

Пересчитываем:

$$b = \frac{273,34}{182,37 - 20 \cdot 0,6} = 1,604 \text{ м} \approx 1,7 \text{ м}$$

Вес 1 м подошвы  $m = V \times \rho = 0,3 \times 1,7 \times 2500 = 1275 \text{ кг}$   
 $G_{\text{ф.п}} = g \times m = 12750 \text{ Н} = 12,75 \text{ кН}$

Вес 1 м ленты фундамента  $m = V \times \rho = 0,6 \times 0,6 \times 2500 = 900 \text{ кг}$   
 $G_{\text{ф.л}} = g \times m = 9000 \text{ Н} = 9 \text{ кН}$

Вес грунта на двух обрезах фундамента:

$$G_{\text{гр}} = (2 \times 0,55 \times 0,3) \times 1630 \times 10 = 5379 \text{ Н} = 5,38 \text{ кН};$$

Среднее фактическое давление под фундаментной плитой от действия вертикальных нагрузок, включая вес фундамента и грунта на его обрезах:

$$p = \frac{(F + G_{\text{ф.п}} + G_{\text{ф.л}} + G_{\text{гр}})}{b} \quad (3.7)$$

$$p = \frac{(273,34 + 12,75 + 9 + 5,38)}{1,7} = 176,74 \text{ кПа}$$

$$p \leq R_7, \text{ согласно п. 5.6.6 [35]} \quad (3.8)$$

$176,74 \text{ кПа} \leq 182,37 \text{ кПа}$ ; Условие выполняется. Окончательно

принимаем  $b = 1,7$  м.

В качестве материала фундамента принимаем бетон класса В15. Под подошвой фундамента предусматриваем песчано-гравийную уплотненную

подготовку, поэтому высоту защитного слоя бетона принимаем равной  $a=3,5\text{см}$ . 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:

$$G_{\phi}^p = 1,1(12,75 + 9) = 23,93\text{кН}$$

$$G_{гр}^p = 1,2 \times 5,38 = 6,46\text{кН}$$

Давление под подошвой фундамента от действия расчетных нагрузок вычисляем по формуле:

$$\rho_{ср}^p = \frac{273,34+23,93+6,46}{1,7 \times 1} = 178,66\text{кН/м}^2 \quad (3.9)$$

Поперечная сила в сечении фундамента у грани стены определяем по формуле:

$$Q = 178,66 \times 1 \frac{1,7-0,6}{2} = 98,26\text{кН}; \quad (3.10)$$

Проверяем выполнение условия:

$$Q_I \leq \varphi_{b3} R_{bt} b h_0 \quad (3.11)$$

где  $R_{bt} = 0,75\text{МПа}$  – для бетона класса В15

$0,098 \leq 0,6 \times 0,75 \times 1 \times 0,265 = 0,12\text{МН}$  Следовательно, установка поперечной арматуры не требуется и расчет на действие поперечной силы не производится.

Проверяем выполнение условия:

$$Q = \rho_{ср}^p [0,5(l - l_k) - c] b \leq 1,5 R_{bt} b h_0^2 / c \quad (3.12)$$

$$Q = 178,66 [0,5(1,7 - 0,6) - 0,25] 1 = 53,6\text{кН} \leq 1,5 \times 750 \times 1 \times \frac{0,265^2}{0,25} = 316,01\text{кН}$$

Условие выполняется.

Определяем расчетную продавливающую силу по формулам:

$$F = \rho_{ср}^p \times A = \rho_{ср}^p \times 0,5b(l - l_k - 2h_0) \quad (3.13)$$

$$u_m = 0,5(b_k + b_n) \quad (3.14)$$

$$F = 178,66 \times \frac{1,7-0,6-2 \times 0,265}{2} = 50,92\text{кН}$$

$$u_m = 0,5(1 + 1) = 1\text{м}$$

Проверяем прочность фундамента на продавливание по условию:

$$F \leq \varphi_b R_{bt} u_m h_0 \quad (3.15)$$

$50,92 < 1 \times 750 \times 1 \times 0,265 = 198,75\text{кН}$ . Следовательно, прочность фундамента на продавливание достаточна.

Рассчитаем прочность нормального сечения фундамента, определив предварительно изгибающий момент, возникающий в сечении у грани стены, по формуле:

$$M = 0,125 \rho_{ср}^p (l - l_1)^2 b \quad (3.16)$$

$$M = 0,125 \times 178,66 (1,4 - 0,6)^2 \times 1 = 14,29\text{кНм}$$

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

Определим требуемую площадь сечения арматуры на 1м длины фундамента по формуле:

$$A_s = \frac{M}{0,9h_0R_s} \quad (3.17)$$

$$A_s = \frac{14290\text{Нм}}{0,9 \times 0,265 \times 355000000} = 0,000169\text{м}^2 = 1,69\text{см}^2$$

Принимаем 4 стержня диаметром 8мм из стали класса А-III (4Ø8 А-III) с  $A_s=2,01\text{см}^2$ . Шаг стержней 200мм.

Площадь распределительной арматуры в пределах одной изгибаемой части сечения фундамента  $A_{sp}=0,1*2,01=0,201\text{см}^2$ . Так как в ленточном фундаменте на изгиб совместно работают две консольные части, то требуемое количество распределительной арматуры на 1м ширины фундамента следует увеличить вдвое, т.е  $A_{sp}=0,402\text{см}^2$ , тогда окончательно по конструктивным соображениям принимаем 4 стержня диаметром 6мм из стали класса А-I (4Ø6 А-I) с  $A_{sp}=1,13\text{см}^2$ . Шаг распределительных стержней 340мм.

Определим изгибающий момент у грани стены от нормативных нагрузок по формуле 3.16:

$$M = 0,125 \times 176,74(1,4 - 0,6)^2 \times 1 = 14,14\text{кНм}$$

Модуль упругости арматуры и бетона:  $E_s=200000\text{МПа}$ ;  $E_b=20500\text{МПа}$ ; и определим соотношение  $n=200000/20500=9,76$ .

Коэффициент армирования сечения:

$$\mu = \frac{2,01}{30} \times 100 = 0,0007 = 0,07\% > 0,05\%$$

Упругопластический момент сопротивления по формуле:

$$W_{pl} = [0,292 + 0,75(\gamma_1 + 2\mu n)]bh^2 \quad (3.18)$$

$$W_{pl} = [0,292 + 1,5 \times 9,76 \times 0,0007]1 \times 0,3^2 = 0,027\text{м}^3$$

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

Момент трещинообразования по формуле:

$$M_{crc} = R_{btser} W_{pl} \quad (3.19)$$

$$M_{crc} = 1150 \times 0,027 = 31\text{кНм}$$

$M = 14,14\text{кНм} < M_{crc} = 31\text{кНм}$ , следовательно, трещины в теле фундамента не возникают.

### 3.4.3 Расчет осадок фундамента под несущую стену

Определим ординаты эпюры вертикальных напряжений от действия собственного веса грунта и вспомогательной эпюры  $0,2*\sigma_{zg}$  (формула 1.24 [36]):

$$\sigma_{zg} = \sum_{i=1}^n \gamma_i * h_i, \quad (3.20)$$

где  $n$  - число слоёв грунта, от веса которых определяется напряжение;  $\gamma_i$  - удельный вес грунта  $i$ -го слоя;  $h_i$  - толщина  $i$ -го

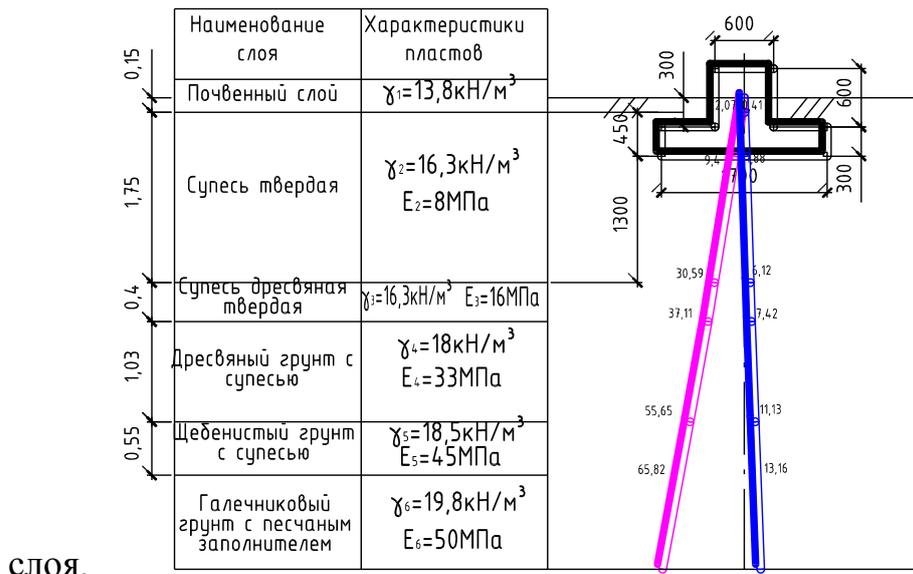


Рисунок 3.5 – Определение осадки фундамента

- 1) на поверхности земли  $\sigma_{zg} = 0$ ;  $0,2\sigma_{zg} = 0$  (рис. 3.5, 3.6)
- 2) на уровне подошвы 1 слоя грунта (почвенного)  $\sigma_{zg1} = 13,8 \times 0,15 = 2,07\text{кПа}$ ;  $0,2\sigma_{zg1} = 0,414\text{кПа}$ ;
- 3) на уровне подошвы 2 слоя грунта (подошвы фундамента)  $\sigma_{zg2} = \sigma_{zg0} = 2,07 + 16,3 \times 0,45 = 9,4\text{кПа}$ ;  $0,2\sigma_{zg2} = 1,88\text{кПа}$ ;
- 4) на уровне подошвы 2 слоя грунта  $\sigma_{zg2} = 9,4 + 16,3 \times 1,3 = 30,59\text{кПа}$ ;  $0,2\sigma_{zg2} = 6,12\text{кПа}$ ;
- 5) на уровне подошвы 3 слоя грунта  $\sigma_{zg3} = 30,59 + 16,3 \times 0,4 = 37,11\text{кПа}$ ;  $0,2\sigma_{zg3} = 7,42\text{кПа}$ ;
- 6) на уровне подошвы 4 слоя грунта  $\sigma_{zg4} = 37,11 + 18 \times 1,03 = 55,65\text{кПа}$ ;  $0,2\sigma_{zg4} = 11,13\text{кПа}$ ;
- 7) на уровне подошвы 5 слоя грунта  $\sigma_{zg5} = 55,65 + 18,5 \times 0,55 = 65,82\text{кПа}$ ;  $0,2\sigma_{zg5} = 13,16\text{кПа}$ ;

Толщина элементарного слоя  $h_i = 0,2 \times b = 0,2 \times 1,7 = 0,34\text{м}$ .

Дополнительное напряжение  $\sigma_{zpi}$  на границах каждого  $i$ -ого элементарного слоя вычисляется по формуле:

$$\sigma_{zpi} = \alpha_i \times (p - \sigma_{zg0}), \quad (3.21)$$

где  $\alpha_i$  – коэффициент, определяемый в зависимости от приведенной глубины  $\xi$   $i$ -ого слоя по таблице 5.8 [35].

$$\xi = 2 \times \sum h_i / b; \quad (3.22)$$

$$\sigma_{zpi} = 0,5 \times (\sigma_{zpi} + \sigma_{zpi(i-1)}); \quad (3.23)$$

$$s_i = (0,8 \times \sigma_{zpi} \times h_i / E_i). \quad (3.24)$$

Расчет осадок фундамента представлен в таблице 3.4.

Таблица 3.4 – К расчету осадок фундамента

| Глубина от подошвы | $\xi$ | $\alpha_i$ | $\sigma_{zpi} = \alpha_i \times (176,74)$ | № элемент арного | $\sigma_{zpi}$ | $E_i$ | $s_i = 0,8 \sigma_{zpi} \times 0,3$ |
|--------------------|-------|------------|---|------------------|----------------|-------|-------------------------------------|
|                    |       | $\eta=1$   |   |                  |                |       |                                     |
|                    |       |            |   |                  |                |       |                                     |

| <b>фундамен<br/>та</b> |            |              | <b>-9,4)</b>  | <b>слоя</b> |               |              | <b>4/ E<sub>i</sub></b> |
|------------------------|------------|--------------|---------------|-------------|---------------|--------------|-------------------------|
| <b>0</b>               | <b>0</b>   | <b>1,000</b> | <b>167,34</b> | <b>1</b>    | <b>164,0</b>  | <b>8000</b>  | <b>0,0059</b>           |
| <b>0,34</b>            | <b>0,4</b> | <b>0,960</b> | <b>160,65</b> | <b>2</b>    | <b>147,24</b> | <b>8000</b>  | <b>0,0053</b>           |
| <b>0,68</b>            | <b>0,8</b> | <b>0,800</b> | <b>133,87</b> | <b>3</b>    | <b>117,64</b> | <b>8000</b>  | <b>0,00423</b>          |
| <b>1,02</b>            | <b>1,2</b> | <b>0,606</b> | <b>101,41</b> | <b>4</b>    | <b>88,28</b>  | <b>8000</b>  | <b>0,00318</b>          |
| <b>1,36</b>            | <b>1,6</b> | <b>0,449</b> | <b>75,14</b>  | <b>5</b>    | <b>65,68</b>  | <b>16000</b> | <b>0,00118</b>          |
| <b>1,7</b>             | <b>2</b>   | <b>0,336</b> | <b>56,23</b>  | <b>6</b>    | <b>49,62</b>  | <b>16000</b> | <b>0,00089</b>          |
| <b>2,04</b>            | <b>2,4</b> | <b>0,257</b> | <b>43,0</b>   | <b>7</b>    | <b>38,32</b>  | <b>33000</b> | <b>0,00033</b>          |
| <b>2,38</b>            | <b>2,8</b> | <b>0,201</b> | <b>33,64</b>  | <b>8</b>    | <b>30,2</b>   | <b>33000</b> | <b>0,00026</b>          |
| <b>2,72</b>            | <b>3,2</b> | <b>0,160</b> | <b>26,77</b>  | <b>9</b>    | <b>24,34</b>  | <b>33000</b> | <b>0,00021</b>          |
| <b>3,06</b>            | <b>3,6</b> | <b>0,131</b> | <b>21,92</b>  | <b>10</b>   | <b>20,0</b>   | <b>45000</b> | <b>0,00012<br/>8</b>    |
| <b>3,4</b>             | <b>4</b>   | <b>0,108</b> | <b>18,07</b>  | <b>11</b>   | <b>16,65</b>  | <b>50000</b> | <b>0,00009<br/>6</b>    |
| <b>3,74</b>            | <b>4,4</b> | <b>0,091</b> | <b>15,23</b>  | <b>12</b>   | <b>14,06</b>  | <b>50000</b> | <b>0,00008</b>          |
| <b>4,08</b>            | <b>4,8</b> | <b>0,077</b> | <b>12,88</b>  | <b>13</b>   | <b>12,04</b>  | <b>50000</b> | <b>0,00007</b>          |
| <b>4,42</b>            | <b>5,2</b> | <b>0,067</b> | <b>11,21</b>  | <b>14</b>   | <b>10,46</b>  | <b>50000</b> | <b>0,00006</b>          |

$$s = 0,0059 + 0,0053 + 0,00423 + 0,00318 + 0,00118 + 0,00089 + 0,00033 + 0,00026 + 0,00021 + 0,000128 + 0,000096 + 0,00008 + 0,00007 + 0,00006 = 0,022\text{м} = 2,2\text{см} < 12\text{см}$$

(приложение Д [35])

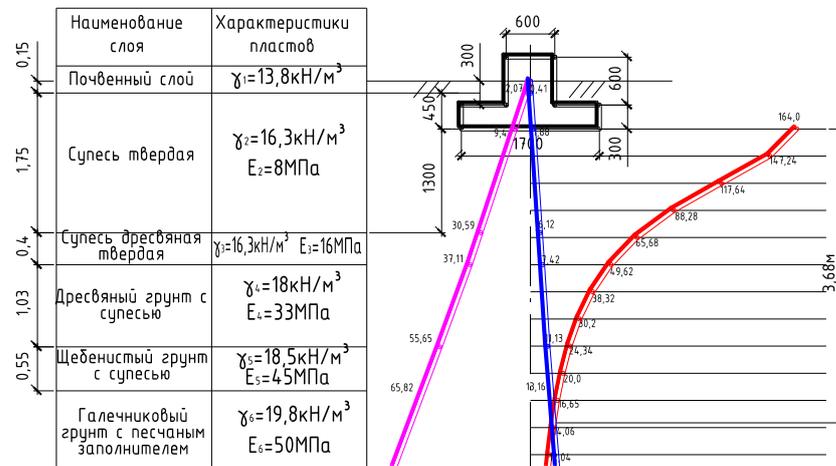


Рисунок 3.6 – Определение осадки фундамента

### 3.4.4 Расчет ленточного фундамента под самонесущую стену

$$F = N_{\text{полн}} = 64,87 \text{ кН/м};$$

Предварительно ширину ленточного фундамента назначаем, пользуясь  $R_0$  (табл. В.3 прил. В [35]). Интерполяцией для коэффициента пористости  $e = 0,82$ ; показателя текучести  $I_L = -2,2 \Rightarrow R_0 = 220 \text{ кПа}$ ;

Ширину подошвы фундамента определяем по формуле 3.4:

$$b = \frac{64,87}{220 - 20 \cdot 0,6} = 0,3 \text{ м}$$

Учтем влияние глубины заложения фундамента и его ширины на величину расчетного сопротивления по формуле В.1 прил. В [35] ф.3.5:

$$R = 220 \times \left[ 1 + 0,05 \frac{(0,3-1)}{1} \right] \times \frac{(0,6+2)}{2 \times 2} = 220 \times 0,965 \times 0,65 = 138,0 \text{ кПа};$$

Пересчитываем ширину фундамента:

$$b = \frac{64,87}{138,0 - 20 \cdot 0,6} = 0,5 \text{ м}$$

Вычислим расчётное сопротивление грунта основания  $R_7$  по формуле 5.7 [3] ф. 3.6:

$$R = \frac{1,25 \times 1,1}{1,0} [0,66 \times 1 \times 0,5 \times 16,3 + 3,65 \times 0,6 \times 16,3 + 0 + 6,24 \times 12] = 1,375(5,38 + 35,7 + 74,88) = 159,44 \text{ кПа}$$

;

Пересчитываем:

$$b = \frac{64,87}{159,44 - 20 \cdot 0,6} = 0,44 \text{ м} \approx 0,6 \text{ м принимаем кратно } 300 \text{ мм}$$

Вес 1м подошвы  $m = V \times \rho = 0,3 \times 0,6 \times 2500 = 450\text{кг}$ .  
 $G_{\text{ф.п}} = g \times m = 4500\text{Н} = 4,5\text{кН}$

Вес 1м ленты фундамента  $m = V \times \rho = 0,6 \times 0,4 \times 2500 = 600\text{кг}$ .  
 $G_{\text{ф.л}} = g \times m = 6000\text{Н} = 6,0\text{кН}$

Вес грунта на двух обрезах фундамента:

$$G_{\text{гр}} = (2 \times 0,1 \times 0,3) \times 1630 \times 10 = 978\text{Н} = 0,978\text{кН};$$

Среднее фактическое давление под фундаментной плитой от действия вертикальных нагрузок, включая вес фундамента и грунта на его обрезах по ф. 3.7:

$$p = \frac{(64,87 + 4,5 + 6,0 + 0,978)}{0,6} = 127,25\text{кПа}$$

$$p \leq R_7, \text{ согласно п. 5.6.6 [35]}$$

$127,25\text{кПа} \leq 159,44\text{кПа}$ ; Условие выполняется. Окончательно принимаем  $b=0,5\text{м}$ .

В качестве материала фундамента принимаем бетон класса В15. Под подошвой фундамента предусматриваем песчано-гравийную уплотненную подготовку, поэтому высоту защитного слоя бетона принимаем равной  $a=3,5\text{см}$ . 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:

$$G_{\text{ф}}^p = 1,1(4,5 + 6,0) = 11,55\text{кН}$$

$$G_{\text{гр}}^p = 1,2 \times 0,978 = 1,17\text{кН}$$

Давление под подошвой фундамента от действия расчетных нагрузок вычисляем по формуле:

$$\rho_{\text{ср}}^p = \frac{64,87 + 11,5 + 1,17}{0,6 \times 1} = 129,23\text{кН/м}^2$$

Поперечная сила в сечении фундамента у грани стены определяем по формуле:

$$Q = 129,23 \times 1 \frac{0,6-0,4}{2} = 12,92\text{кН};$$

Проверяем выполнение условия 3.11:

$$Q_l \leq \varphi_{b3} R_{bt} b h_0$$

где  $R_{bt} = 0,75\text{МПа}$  – для бетона класса В15

$0,013 \leq 0,6 \times 0,75 \times 1 \times 0,265 = 0,12\text{МН}$  Следовательно, установка поперечной арматуры не требуется и расчет на действие поперечной силы не производится.

Проверяем выполнение условия 3.12:

$$Q = \rho_{\text{ср}}^p [0,5(l - l_k) - c] b \leq 1,5 R_{bt} b h_0^2 / c$$

$$Q = 129,23 [0,5(0,6 - 0,4) - 0,018] 1 = 10,6\text{кН} \leq 1,5 \times 750 \times 1 \times \frac{0,265^2}{0,25} = 316,01\text{кН}$$

Условие выполняется.

Определяем расчетную продавливающую силу по формулам 3.13, 3.14:

$$F = 129,23 \times \frac{0,6 - 0,4 - 2 \times 0,265}{2} = 47,17 \text{ кН}$$

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

Проверяем прочность фундамента на продавливание по условию 3.15:

$$F \leq \varphi_b R_{bt} u_m h_0$$

$47,17 < 1 \times 750 \times 0,5 \times 0,265 = 99,4 \text{ кН}$ . Следовательно, прочность фундамента на продавливание достаточна.

Рассчитаем прочность нормального сечения фундамента, определив предварительно изгибающий момент, возникающий в сечении у грани стены, по формуле 3.16:

$$M = 0,125 \times 129,23(0,6 - 0,4)^2 \times 1 = 0,65 \text{ кНм}$$

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

Определим требуемую площадь сечения арматуры на 1 м длины фундамента по формуле 3.17:

$$A_s = \frac{650 \text{ Нм}}{0,9 \times 0,265 \times 355000000} = 0,000077 \text{ м}^2 = 0,077 \text{ см}^2$$

Принимаем 3 стержня диаметром 8 мм из стали класса А-III (3Ø8 А-III) с  $A_s = 1,51 \text{ см}^2$ . Шаг стержней 200 мм.

Площадь распределительной арматуры в пределах одной изгибаемой части сечения фундамента  $A_{sp} = 0,1 \times 1,51 = 0,151 \text{ см}^2$ . Так как в ленточном фундаменте на изгиб совместно работают две консольные части, то требуемое количество распределительной арматуры на 1 м ширины фундамента следует увеличить вдвое, т.е.  $A_{sp} = 0,302 \text{ см}^2$ , тогда окончательно по конструктивным соображениям принимаем 4 стержня диаметром 6 мм из стали класса А-I (4Ø6 А-I) с  $A_{sp} = 1,13 \text{ см}^2$ . Шаг распределительных стержней 180 мм.

Определим изгибающий момент у грани стены от нормативных нагрузок по формуле 3.16:

$$M = 0,125 \times 127,25(0,6 - 0,4)^2 \times 1 = 0,64 \text{ кНм}$$

Модуль упругости арматуры и бетона:  $E_s = 200000 \text{ МПа}$ ;  $E_b = 20500 \text{ МПа}$ ; и определим соотношение  $n = 200000/20500 = 9,76$ .

Коэффициент армирования сечения:  
 $\mu = \frac{1,51}{30} / 100 = 0,0005 = 0,051\% > 0,05\%$

Упругопластический момент сопротивления по формуле 3.18:

$$W_{pl} = [0,292 + 0,75(\gamma_1 + 2\mu n)]bh^2$$

$$W_{pl} = [0,292 + 1,5 \times 9,76 \times 0,0005]1 \times 0,3^2 = 0,027 \text{ м}^3$$

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

Момент трещинообразования по формуле 3.19:

$$M_{crc} = R_{btser} W_{pl}$$

$$M_{crc} = 1150 \times 0,027 = 31 \text{ кНм}$$

$M = 0,64 \text{ кНм} < M_{crc} = 31 \text{ кНм}$ , следовательно, трещины в теле фундамента не возникают.

## 4 Технология и организация строительства

### 4.1 Описание технологии возведения здания

#### 4.1.1 Общая часть

Район строительства г. Абакан. Проектируемое здание мини-гостиницы располагается на спортивно оздоровительной базе «Самохвал». Конструктивная схема – бескаркасная, с несущими продольными стенами, с размерами в осях 25,5 x 15,0 м, высота здания 16,9м.

Начало строительства – май. Количество этажей – 4. Дальность поставки материалов – 10 километров. Общая площадь 1071,79 м<sup>2</sup>.

Класс пожарной опасности определяется в соответствии с п. 5.21\* [8]. Здание относится к классу функциональной пожарной опасности Ф.1.2.

*Фундаменты* запроектированы монолитные ленточные железобетонные. Для их устройства используется щитовая опалубка. Бетон на строительную площадку привозится в автобетоносмесителе и заливается автобетононасосом КАМАЗ 5511.

*Стены* выполняются из кирпича. Для приготовления раствора используется бетоносмеситель БСГ-1000, объемом 1м<sup>3</sup>, для подачи раствора используется растворный ящик V=0,25м<sup>3</sup>. Снаружи стены отделываются керамогранитом по металлической обрешетке. Перегородки толщиной 250мм выполняются из пеноблоков марки D 600, толщиной 120мм – из ГВЛ по металлической обрешетке.

*Перекрытие* сборное железобетонное, многопустотными плитами по [33]. Устраивается монолитный антисейсмический пояс при помощи бетоносмесителя в подготовленную деревянную опалубку. Также используется бадья ОМ-925 бадья для бетона «туфелька». Объём – 1,5м<sup>3</sup>, грузоподъёмность 4т, вес 500кг, габариты 3900x1580x1250.

*Полы* устраиваются по лагам на кирпичных столбиках. В вестибюлях и коридорах предусмотрен паркет, в санузлах – керамическая плитка, в жилых комнатах и подсобных помещениях – линолеум.

*Крыша* двускатная, состоящая из таких конструктивных узлов, как: маэрлат, система стропил, кобылки, конек, лежень, подкосы, затяжки, стойки и обрешетка. Покрытие из металлочерепицы.

*Лестницы* сборные ж/б ступени по стальным косоурам. Ступени с учетом сеймики привариваются друг к другу через закладные детали.

*Оконные* блоки устанавливаются на место по мере возведения стен. Оконные проемы сверху перекрывают перемычками. Со стороны главного фасада предусмотрено витражное остекление.

*Дверные* проемы сверху перекрывают перемычками, которые передают нагрузку от вышележащих конструкций на простенки.

#### 4.1.2 Организация строительного производства

*Подготовительный этап.* На данном этапе производится организация строительной площадки.

*Нулевой цикл.* На данном этапе выполняются земляные работы, производится возведение фундамента, закладка необходимых коммуникаций.

*Основные строительные работы.* Этот этап предусматривает следующие работы: возведение стен и перекрытие этажей, монтаж внутренних перегородок, лестниц, строительство крыши, установка наружных дверей, окон, внешняя отделка стен.

*Проведение коммуникаций.* На этом этапе проводятся все основные коммуникации в доме и устанавливается часть инженерного оборудования: электрическая сеть, водопровод, канализация, система отопления, вентиляция и кондиционирование.

*Отделочные работы.* Оформление потолков, обработка стен, укладка напольных покрытий, установка межкомнатных дверей.

*Благоустройство.*

Таблица 4.1 – Ведомость подсчета объемов представлена в приложении А.

Таблица 4.2 – Спецификация сборных элементов

| №п /п | Обозначение                 | Наименование элементов                              | Кол-во в шт.        | Масса, т                      |                               |
|-------|-----------------------------|---|---------------------|-------------------------------|-------------------------------|
|       |                             |   |                     | 1-го эл-та                    | Всех эл-тов                   |
| 1     | ГОСТ 530-2012               | Поддоны с кирпичем ПКДМ-0,75                        | 637                 | 0,85                          | 541,45                        |
| 2     | ГОСТ 25485                  | Пеноблоки D 600                                     | 1620                | 0,027                         | 43,74                         |
| 3     | Серия 1.141-1               | Плиты ПК 60.15<br>ПК 60.12<br>ПК 30.15<br>ПК 30.12  | 77<br>41<br>46<br>4 | 2,715<br>2,04<br>1,48<br>1,08 | 209<br>83,64<br>68,08<br>4,32 |
| 4     | ГОСТ 948-84                 | Перемычки<br>2ПБ16-2<br>2ПБ19-3<br>2ПБ22-3          | 132<br>32<br>86     | 0,065<br>0,081<br>0,092       | 8,58<br>2,592<br>7,912        |
| 5     | Серия 1.450-1               | Косоур ЛК18   | 12                  | 0,186                         | 2,232                         |
| 6     | ГОСТ 8717.1-84              | Ступени железобетонные ЛС14-ЛБ                      | 60                  | 0,114                         | 6,84                          |
| 7     | ГОСТ 11047-90               | Стропила 150x150x6000                               | 90                  | 0,068                         | 6,12                          |
| 8     | ГОСТ 30674-99               | Оконные блоки<br>ОК-1: 1510x2100<br>ОК-2: 1510x1510 | 51                  | 0,079                         | 4,03                          |
| 9     | ГОСТ 24698-81; ГОСТ 6629-88 | Дверные блоки<br>Д-1: 2400x1500<br>Д-2: 2100x900    | 74                  | 0,033                         | 2,44                          |

|    |                   |   |            |       |       |
|----|-------------------|---|------------|-------|-------|
| 10 | ГОСТ 21519-2003   | Витражи<br>3300x1700, t=10мм                                  | 160        | 0,19  | 30,4  |
| 11 | ГОСТ 7566-94      | Металлочерепица М – RAL 8017<br>1200x4000мм                   | 116        | 0,022 | 2,552 |
| 12 | ГОСТ Р 52085-2003 | Опалубка  | По расчету | -     | 36,72 |
| 13 | ГОСТ 5781-82      | Арматура  | По расчету | -     | 75,18 |
| 14 |                   | Шарнирно-панельные подмости<br>ИПП-1<br>5500x2400             | 4          | 0,245 | 0,98  |
| 15 |                   | Растворный ящик ТР-0,25<br>1480x630x570; V=0,25м <sup>3</sup> | 4          | 0,05  | 0,2   |
| 16 |                   | Бадья с бетоном ОМ-925<br>V=1,5м <sup>3</sup>                 | 1          | 0,5   | 0,5   |
| 17 |                   | Бетономешалка БсГ-1000<br>V=1м <sup>3</sup>                   | 1          | 1,7   | 1,7   |

#### 4.1.3 Выбор грузозахватных приспособлений

При монтаже строительных конструкций используют грузозахватные устройства для подъема сборных элементов.

Самым тяжелым элементом является бадья с бетоном Q=4,5т. Для подъема бадьи с бетоном подбираем двухветвевой строп с  $\alpha=45^{\circ}$ .

Разрывное усилие находим по формуле:

$$R = \frac{Q + q}{m \times \cos \alpha}$$

(4.1)

где Q=4,5т – масса конструкции; q=0,04т – масса стропа; m=2 – число ветвей;  $\cos \alpha = \cos 45 \approx 0,7$ .

$$R = \frac{4500 + 40}{2 \times 0,7} = 3242 \text{ кг}$$

Усилие ветви стропа:

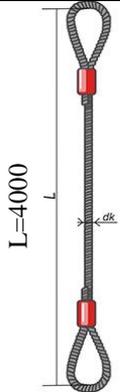
$$F = R \times nZ_p$$

(4.2)

где  $nZ_p=6$  – коэффициент запаса прочности.

$$F = 3242 \times 6 = 19452 \text{ кг} \times c = 194,52 \text{ кН}$$

Таблица 4.3 - Ведомость грузозахватных приспособлений

| № п/п | Наименование приспособления                 | Назначение                                      | Эскиз   | Грузоподъемность, т. | Масса $q_{гр}$ , т | Высота строповки, м |
|-------|---|---|---|----------------------|--------------------|---------------------|
| 1     | Строп двухветвевой<br>2СК-5,0<br>ВК-4,0     | Перемещение бадьи с бетоном                     |    | 5                    | 0,04               | 1,28                |
| 2     | Строп двухветвевой<br>2СК-1,25<br>ВК-1,0    | Перемещение перемычек                           |    | 1,25                 | 0,01               | 2,2<br>1,2<br>2,25  |
| 3     | Строп четырехветвевой<br>4СК-1,25<br>ВК-0,5 | Перемещение поддонов кирпича, растворных ящиков |   | 1,25                 | 0,01               | 1,09                |
| 4     | Подстропник СКП1-1,0<br>УСК1-1,0            | Перемещение поддонов кирпича                    |  | 1,0                  | 0,01               | 0,5                 |
| 5     | Строп четырехветвевой<br>4СК-3,2<br>ВК-1,25 | Монтаж плит перекрытия                          |  | 3,2                  | 0,04               | 2,2                 |

#### 4.1.4 Выбор монтажного крана

Требуется подобрать стреловой кран для монтажа сборных ж/б конструкций бескаркасного 4-х этажного здания высотой 16,9м с размерами в осях 25,5м x 15,0м.

### 1. Определение монтажной массы

Монтажная масса сборных элементов при выборе самоходных стреловых кранов определяется по формуле:

$$M_{\text{м}} = M_{\text{э}} + M_{\text{г}} = 4,5 + 0,04 = 4,54\text{т} \quad (4.3)$$

где  $M_{\text{э}}=4,5\text{т}$  – масса наиболее тяжелого элемента – бады с бетоном;  $M_{\text{г}}=0,04\text{т}$  – масса двухветвевго стропа 2СК-5,0 грузоподъемностью до 5т.

### 2. Определение монтажной высоты подъема крюка $H_{\text{к}}$

Монтажная высота подъема крюка определяется по формуле:

$$H_{\text{к}} = h_0 + h_3 + h_3 + h_{\text{г}} = 13,2 + 0,5 + 3,9 + 1,28 = 18,88\text{м}. \quad (4.4)$$

Где  $h_0=13,2\text{м}$  – расстояние от уровня стоянки крана до опоры монтируемого элемента;  $h_3$  – запас по высоте,  $h_3=0,3-0,5\text{м}$ , принимаем  $h_3=0,5$ ;  $h_3=3,9\text{м}$  – высота элемента в положении подъема;  $h_{\text{г}}=1,28\text{м}$  – высота грузозахватного устройства – расстояние от верха монтируемого элемента до центра крюка.

### 3. Определение минимально необходимой длины стрелы $L_{\text{с}}$

Для определения минимально необходимой длины стрелы  $L_{\text{с}}$  стрелового крана, оборудованного гуськом, предварительно необходимо:

- ✓ задаться длиной гуська  $L_{\text{г}}$  и углом наклона гуська к горизонту  $\varphi$ :  
длина гуська  $L_{\text{г}}=9\text{м}$ ; угол  $\varphi=45^0$ ;
- ✓ определить оптимальный угол наклона основной стрелы крана по формуле:

$$\text{tg} \alpha = \sqrt[3]{\frac{h_1}{B}} \quad (4.5)$$

где  $h_1$  – расстояние по вертикали от точки поворота основной стрелы крана до горизонтальной плоскости верха монтируемого элемента определяется по формуле:

$$h_1 = h_0 + h_3 + h_3 - h_{\text{ш}} = 13,2 + 0,5 + 3,9 - 2 = 15,6\text{м}; \quad (4.6)$$

$B$  – расстояние по горизонтали между точкой сопряжения основной стрелы и гуська и точкой «d» (точка пересечения оси основной стрелы с горизонтальной плоскостью верха монтируемого элемента):

$$B = b + b_1 + b_2 - L_{\text{г}} \times \cos \varphi = 0,5 + 7,8 + 0,5 - 9 \times \cos 45 = 1,73\text{м}; \quad (4.7)$$

$$\text{tg} \alpha = \sqrt[3]{\frac{h_1}{B}} = \sqrt[3]{\frac{15,6}{1,73}} = 2,08 \rightarrow \alpha \approx 64^{\circ}$$

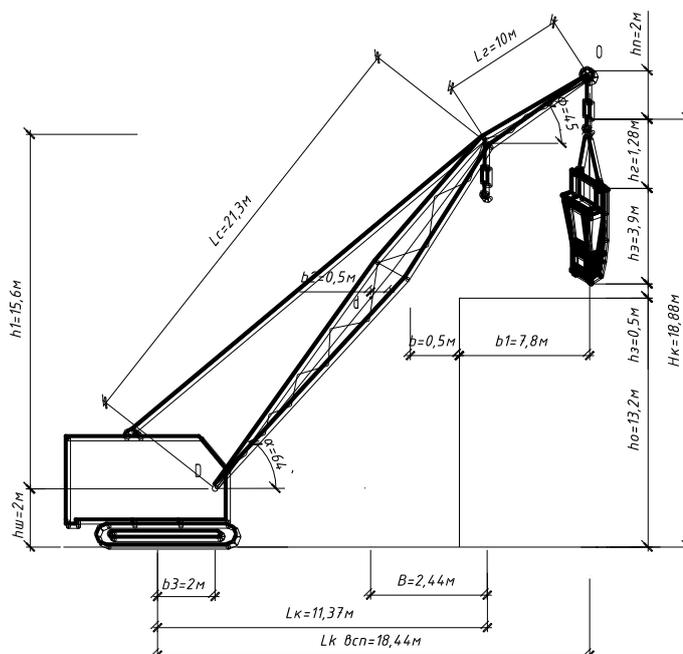


Рисунок 4.1 – Схема определения монтажных характеристик крана где  $b$  – минимальный зазор между стрелой и зданием, по технике безопасности  $b=0,5\text{м}$ ;  $b_4=0,79\text{м}$  – расстояние от центра тяжести элемента до края элемента, приближенного к стреле крана;  $b_2$  – половина толщины стрелы на уровне верха монтируемого элемента, предварительно можно принять  $b_2=0,5\text{м}$ ;  $b_3$  – расстояние от оси вращения крана до оси поворота стрелы, предварительно можно задаться  $b_3=2\text{м}$ ;  $h_{ш}$  – расстояние по вертикали от уровня стоянки крана до оси поворота крана, предварительно можно принять  $h_{ш}=2\text{м}$ .

Длина стрелы крана:

$$L_c = \frac{h_1}{\sin \alpha} + \frac{B}{\cos \alpha} = \frac{15,6}{0,898} + \frac{1,73}{0,44} = 21,3\text{ м} \quad (4.8)$$

#### 4. Определение монтажного вылета крюка основного подъема $L_k$

Монтажный вылет крюка основного подъема определяется по формуле:

$$L_k = L_c \times \cos \alpha + b_3 = 21,3 \times 0,44 + 2 = 11,37\text{ м} \quad (4.9)$$

Таблица 4.4 - Расчетные характеристики крана

| № п/п | Наименование монтажных элементов | Расчетные показатели           |  |                              |                       |                                |
|-------|----------------------------------|--------------------------------|--|------------------------------|-----------------------|--------------------------------|
|       |                                  | Высота подъема крюка $H_k$ , м | Угол наклона стрелы к горизонту $\alpha$ , град. | Длина стрелы крана $L_c$ , м | Вылет крюка $L_k$ , м | Грузоподъемность крана $Q$ , т |
| 1     | Бадья с бетоном                  | 18,88                          | 64   | 21,3                         | 11,37                 | 4,54                           |

Подбираем автомобильный кран КС-45732-21 грузоподъемностью 25т.

Таблица 4.5 – Технические характеристика крана КС-45732-21

|                                  |       |
|----------------------------------|-------|
| Максимальная грузоподъемность, т | 25    |
| Максимальный вылет стрелы, м     |       |
| -с гуськом 7м                    | 25    |
| -с гуськом 10м                   | 30    |
| Длина гуська, м                  | 7, 10 |
| Масса, т                         | 21,6  |

#### 4.1.5 Выбор и расчет автотранспортных средств

Требуемое количество транспортных средств для перевозки элементов определяем по формуле:

$$N_i = \frac{Q_i}{\Pi_{cm_i} \cdot c} \quad (4.10)$$

Где  $Q_i$  – масса всех элементов данного типа монтируемых в течении одних суток т/сут;

$c=1$  – количество смен работы транспорта в сутки;

$\Pi_{cm_i}$  – сменная производительность одной транспортной единицы при перевозке изделий данного типа:

$$\Pi_{cm_i} = \frac{T \cdot P \cdot K_g \cdot K_r}{t_1 + t_2 + 2L/V + t_m} \quad (4.11)$$

$T$  – количество часов в смену;

$P$  – паспортная грузоподъемность транспортных средств;

$K_g$  – коэффициент использования транспорта во врем. 0,8;

$K_r$  – коэффициент использования транспорта:

$$K_r = \frac{P_\phi}{P} \leq 1 \quad (4.12)$$

$P_\phi$  – фактическая грузоподъемность транспорта;

$t_1$  – время погрузки конструкций;

$t_2$  – время разгрузки конструкций;

$L$  – расстояние от завода до объекта 12 км;

$V$  – средняя скорость движения транспорта;

$t_m$  – время маневра 5 ÷ 8 мин. = 0,083 ÷ 0,133 часа;

Для перевозки конструкций принимаем КамАЗ-5320, платформа бортовая, с металлическими откидными бортами; размеры платформы 5200х2320мм; грузоподъемность 8т.

Определение количества транспортных единиц.

Для плит перекрытия:

$T=8$ ч;  $P=8$ т;  $K_g=0,8$ ;  $t_1+t_2=5+5=10$ мин=0,167 часа;

$K_r=6,51/8=0,81$ ;  $t_m=0,083$ ч;  $V=35$ км/ч;

$$\Pi_{cm1} = \frac{8 \cdot 8 \cdot 0,8 \cdot 0,81}{0,167 + 2 \cdot 10/35 + 0,083} = 50,48 \text{ т/см}$$

Требуемое число машино-смен:

Для пеноблоков:

$T=8$ ч;  $P=8$ т;  $K_g=0,8$ ;  $t_1+t_2=5+5=10$ мин=0,167 часа;

$K_r=7,99/8=0,99$ ;  $t_m=0,083$ ч;  $V=35$ км/ч;

$$\Pi_{cm2} = \frac{8 \cdot 8 \cdot 0,8 \cdot 0,99}{0,167 + 2 \cdot 10/35 + 0,083} = 61,71 \text{ т/см}$$

Требуемое число машино-смен:

Для перевозки песка принимаем КамАЗ-55111, грузоподъемностью 13т,

объем платформы 6,6м<sup>3</sup>.

Для песка:

$T=8\text{ч}; P=13\text{т}; K_e=0,8; t_1+t_2=5+5=10\text{мин}=0,167\text{ часа};$

$K_r=13/13=1; t_m=0,083\text{ч}; V=35\text{км/ч};$

$$P_{\text{см16}} = \frac{8 \cdot 8 \cdot 0,8 \cdot 1}{0,167 + 2 \cdot 10 / 35 + 0,083} = 62,33\text{м/см}$$

Требуемое число машино-смен:

Таблица 4.6 – Расчет автотранспортных средств

| № п/п | Конструкции        | Ед. изм        | Кол-во | Масса ед, т | Масса всех, т         | Марка автомобиля | Q, т | Кол-во смен | Кол-во машин |
|-------|--------------------|----------------|--------|-------------|-----------------------|------------------|------|-------------|--------------|
| 1     | Плиты перекрытия   | шт.            | 168    | 2,17        | 365,04                | КамАЗ-5320       | 8    | 8           | 1            |
| 2     | Опалубка           | шт.            | 372    | 0,098       | 36,72                 | КамАЗ-5320       | 8    | 1           | 1            |
| 3     | Арматура           | шт.            | -      | -           | 75,18                 | КамАЗ-5320       | 8    | 1           | 1            |
| 4     | Пеноблоки          | шт.            | 1620   | 0,027       | 43,74                 | КамАЗ-5320       | 8    | 1           | 1            |
| 5     | Поддоны с кирпичем | шт.            | 637    | 0,85        | 541,45                | КамАЗ-5320       | 8    | 9           | 1            |
| 6     | Косоуры            | шт.            | 12     | 0,186       | 2,232                 | КамАЗ-5320       | 8    | 1           | 1            |
| 7     | Ступени            | шт.            | 60     | 0,114       | 6,84                  | КамАЗ-5320       | 8    | 1           | 1            |
| 8     | Перемычки          | шт.            | 250    | 0,09        | 22,5                  | КамАЗ-5320       | 8    | 1           | 1            |
| 9     | Стропила           | шт.            | 90     | 0,068       | 6,12                  | КамАЗ-5320       | 8    | 1           | 1            |
| 10    | Металлочерепица    | шт.            | 116    | 0,022       | 2,552                 | КамАЗ-5320       | 8    | 1           | 1            |
| 11    | Оконные блоки      | шт.            | 51     | 0,079       | 4,029                 | КамАЗ-5320       | 8    | 1           | 1            |
| 12    | Дверные блоки      | шт.            | 74     | 0,033       | 2,442                 | КамАЗ-5320       | 8    | 1           | 1            |
| 13    | Витражи            | шт.            | 160    | 0,19        | 30,4                  | КамАЗ-5320       | 8    | 1           | 1            |
| 14    | Подмости           | шт.            | 4      | 0,245       | 0,98+0,2+0,5+1,7=3,38 | КамАЗ-5320       | 8    | 1           | 1            |
|       | Растворный ящик    | шт.            | 4      | 0,05        |                       |                  |      |             |              |
|       | Бадья              | шт.            | 1      | 0,5         |                       |                  |      |             |              |
|       | Бетономешалка      | шт.            | 1      | 1,7         |                       |                  |      |             |              |
| 15    | Цемент             | мешки          | 238    | 0,05        | 11,9                  | КамАЗ-5320       | 8    | 1           | 1            |
| 16    | Песок              | м <sup>3</sup> | 18,09  | 1,97        | 35,64                 | КамАЗ-55111      | 13   | 1           | 1            |

#### 4.1.6 Калькуляция трудовых затрат

Таблица 4.7 – Калькуляция трудовых затрат представлена в приложении Б

#### 4.1.7 Расчет квалифицированного состава бригады

Для определения состава бригады пользуемся калькуляцией трудовых затрат. Общее количество рабочих в бригаде получаем делением общей

трудоемкости на заданную продолжительность работ:

$$K = \frac{T_p}{D_n \times C \times 8}$$

(4.13)

где  $T_p$  - трудоемкость работ, чел-час;  $D_n$  - срок выполнения работ (в рабочих днях);  $C$  - средний процент выполнения норм выработки; ; 10- среднее число человеко-часов в смену.

$$K = \frac{18641,76}{150 \times 0,23 \times 10} = 60 \text{ чел.}$$

Количество рабочих каждой профессии и разряд определяем по калькуляции и потребности рабочих в каждом звене, результаты сводим в табл. 4.8.

Таблица 4.8 – Численно квалификационный состав бригад и звеньев

| Специальность  | Разряд | Кол-во рабочих |           |
|----------------|--------|----------------|-----------|
|                |        | В звене        | В бригаде |
| Машинист       | 5      | 1              | 2         |
|                | 4      | 1              |           |
| Плотник        | 4      | 3              | 5         |
|                | 3      | 2              |           |
| Арматурщик     | 4      | 2              | 2         |
| Бетонщик       | 2      | 4              | 4         |
| Монтажник      | 4      | 6              | 8         |
|                | 3      | 2              |           |
| Разнорабочий   | 4      | 9              | 14        |
|                | 3      | 5              |           |
| Электросварщик | 4      | 1              | 1         |
| Каменщик       | 4      | 2              | 7         |
|                | 3      | 2              |           |
|                | 2      | 3              |           |
| Кровельщик     | 4      | 7              | 7         |
| Стекольщик     | 5      | 4              | 10        |
|                | 4      | 6              |           |
| Итого          |        |                | 60        |

## 4.2 Разработка стройгенплана

### 4.2.1 Размещение монтажного крана

*Монтажной зоной* называют пространство, где возможно падение груза при установке и закреплении элементов. Эта зона равна контуру здания плюс 7м при высоте здания до 20м. В этой зоне можно размещать только монтажный механизм. Складеировать материалы здесь нельзя.

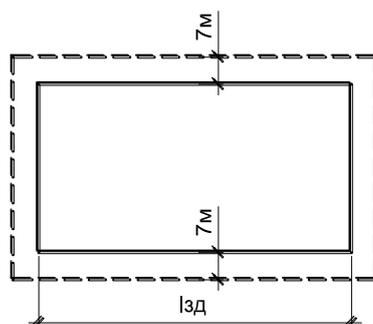


Рисунок 4.2 - Определение монтажной зоны

Зоной обслуживания краном или рабочей зоной крана называют пространство, находящееся в пределах линии, описываемой крюком крана. Для стреловых кранов зону обслуживания определяют радиусом, соответствующим максимальному рабочему вылету стрелы крана.  $R_{\max}=18\text{м}$ .

Для стреловых кранов опасная зона определяется:

$$R_{\text{оп}}=R_{\text{max}}+0,5l_{\text{max}}+l_{\text{без}}=18+0,5*4,45+4,96=25,18\text{м}, \quad (4.14)$$

где  $l_{\text{без}}$  – расстояние для безопасной работы, принимается –  $0,3h+1\text{м}$ ;  $l_{\text{без}}=0,3*13,2+1=4,96\text{м}$ ;  $0,5 l_{\text{max}}$  – половина длины наибольшего перемещаемого груза;  $R_{\text{max}}$  – максимальный рабочий вылет стрелы крана.

#### 4.2.2 Проектирование временных автодорог

Для нужд строительства используются постоянные и временные автодороги, которые размещаются в зависимости от принятой схемы движения автотранспорта. Принимаем естественные грунтовые дороги. Основные параметры временных дорог при числе полос движения 1:

- ширина полосы движения – 3,5 м,
- ширина проезжей части – 3,5 м,
- ширина земляного полотна – 6 м,
- наименьшие радиусы кривых в плане – 12 м.

При трассировке дорог должны соблюдаться минимальные расстояния в соответствии с ТБ:

- между дорогой и складской площадью: 0,5-1 м,
- между дорогой и ограждением площадки: 1,5 м.

#### 4.2.3 Расчет административно-бытовых помещений

Потребность при строительстве объекта в административно-бытовых зданиях определяются из расчетной численности персонала.

Число рабочих принимают из графика движения рабочей силы  $N=10$  чел. Для расчета берем максимальное количество рабочих в первую смену, т.е. 70% от количества рабочих в две смены (14чел). ИТР и служащих принимаем – 12% (2чел), Младший обслуживающий персонал и пожарно-сторожевая охрана – 3% (1чел) от количества рабочих. Принимаем инвентарные контейнерные временные здания.

#### 4.2.4 Выбор временных зданий и сооружений

Таблица 4.9– Временные здания и сооружения

| Наименование                | Назначение  | Ед. изм.                      | Нормативный показатель       | Требуемое количество         |
|-----------------------------|---|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Санитарно-бытовые помещения |   |                               |                              |                              |
| Гардеробная                 | Переодевание и хранение уличной спецодежды        | м <sup>2</sup> , двойной шкаф | 0,9 на 1 чел., 1 на 1 чел.   | 12,6м <sup>2</sup> , 14шт    |
| Умывальная                  | Санитарно-гигиеническое обслуживание рабочих      | м <sup>2</sup> , кран         | 0,05 на 1 чел., 1 на 15 чел. | 0,7м <sup>2</sup> , 1кран    |
| Душевая                     | Санитарно-гигиеническое обслуживание рабочих      | м <sup>2</sup> , сетка        | 0,43 на 1 чел., 1 на 12 чел. | 6,02м <sup>2</sup> , 2 сетки |
| Сушильная                   | Сушка спец.одежды и спец.обуви                    | м <sup>2</sup>                | 0,2 на 1 чел.                | 2,8м <sup>2</sup>            |
| Помещение для согревания    | Согревание, отдых, прием пищи                     | м <sup>2</sup>                | 1 на 1 чел.                  | 14м <sup>2</sup>             |
| Туалет                      | Санитарно-гигиеническое обслуживание рабочих      | м <sup>2</sup> , очко         | 0,07 на 1 чел., 1 на 25 чел. | 0,98м <sup>2</sup> , 1 очко  |
| Служебные помещения         |   |                               |                              |                              |
| Прорабская                  | Размещение административно-технического персонала | м <sup>2</sup>                | 24 на 5 чел.                 | 24м <sup>2</sup>             |

Таблица 4.10 – Инвентарные здания и сооружения

| Система                     | Тип здания                 | Размеры в плане, м | Кол-во | Назначение                |
|-----------------------------|----------------------------|--------------------|--------|---------------------------|
| Каркасно-панельная "Контур" | Контейнерное металлическое | 12x3               | 1      | Прорабская, диспетчерская |
| Каркасно-панельная "Контур" | Контейнерное металлическое | 6x6                | 1      | Помещение для согревания  |
| Каркасно-панельная "Контур" | Контейнерное металлическое | 12x3               | 1      | Гардеробная, умывальная   |
| Каркасно-панельная "Контур" | Контейнерное металлическое | 12x3               | 1      | Душевая, сушильная        |

#### 4.2.5 Расчет площади приобъектного склада

На строительной площадке организуют приобъектные склады для хранения материалов. При определении запаса материалов исходят из того, что запас должен быть минимальным, но достаточным для обеспечения бесперебойного выполнения работ. Запас материалов и конструкций определяется по формуле:

$$(4.15)$$

где  $V$  - количество материалов и конструкций, необходимое для строительства;  $T$  – продолжительность работ, выполняемых по календарному плану с

использованием этих материалов, дней;  $T_n$  – норма запасов материалов, дней (табл. 5.3 [19]);  $K_1$  – коэффициент неравномерности поступления материалов на склад  $K_1 = 1,1$  для автотранспорта;  $K_2$  – коэффициент потребления материалов  $K_2 = 1,3$ .

Полезная площадь склада:

$$(4.16)$$

где  $f$  – нормативная площадь на единицу складываемого материала (табл. 5.4 [37]).

Открытые склады:

- ✓ плиты перекрытия – укладываются ярусами высотой не более 2,5 метров:

$$P_1 = \frac{\quad}{9\text{дн}} \times 5\text{дн} \times 1,1 \times 1,3$$

;

С учетом продолжительности работ, выполняемых по календарному плану, перемишки и железобетонные ступени располагают на том же открытом складе, что и плиты перекрытия.

- ✓ кирпич складывают в поддонах

$$P_2 = \frac{190,976\text{тыс. шт}}{17\text{дн}} \times 5\text{дн} \times 1,1 \times 1,3 = 80,32$$
 ;

Навесы:

- ✓ песок

$$P_3 = \frac{18,09}{17\text{дн}} \times 5\text{дн} \times 1,1 \times 1,3 = 7,61$$
 ;

- ✓ опалубку укладывают горизонтально в штабелях, высотой не более 2м.

- ✓ стропила – в штабелях высотой не более 2м.

$$P_4 = \frac{12,15}{4\text{дн}} \times 5\text{дн} \times 1,1 \times 1,3 = 21,72$$
 ;

- ✓ металлочерепица складывается в штабелях, высотой не более 0,7м.

$$P_5 = \frac{116}{8\text{дн}} \times 5\text{дн} \times 1,1 \times 1,3 = 103,68$$
 ;

- ✓ арматура – хранится в специальных кассетах или штабелях, оборудованных деревянными подкладками и прокладками между пакетами. Рекомендуемая высота штабеля должна быть не более 2м в высоту.

$$P_6 = \frac{75,18}{24\text{дн}} \times 12\text{дн} \times 1,1 \times 1,3 = 53,75$$
 ;

- ✓ пеноблоки складываются в штабелях высотой не более 2,5м:

$$P_7 = \frac{58,32}{4\text{дн}} \times 5\text{дн} \times 1,1 \times 1,3 = 104,07$$
 ;

Закрытые склады:

✓ цемент складировается в мешках.

$$P_s = \frac{11,88}{17 \text{ дн}} \times 5 \text{ дн} \times 1,1 \times 1,3 = 5 ;$$

В закрытых складах также хранятся газовые баллоны, предназначенные для выполнения сварочных работ.

Общая площадь складов определяется с учетом проездов и проходов по формуле:

(4.17)

где - коэффициент использования площади складов, равный 0,6...0,7 для закрытых складов; 0,5...0,6 для навесов; 0,4...0,6 для открытых складов при штабельном хранении.

Открытые склады:

Навесы:

Закрытые склады:

Сварочная площадка находится под навесом и занимает площадь 30м<sup>2</sup>. В зоне действия крана предусмотрены приемные площадки для разгрузки бетонной и растворной смеси.

### **4.3 Технологическая карта**

Технологическая карта на монтаж сборных лестниц из железобетонных ступеней по стальным косоурам приведена в приложении В.

## **5 Экономика строительства**

При составлении локального сметного расчета для строительства мини-гостиницы был применен базисно-индексный метод. Базисно-индексный метод определения стоимости строительства основан на использовании системы текущих и прогнозных индексов по отношению к стоимости, определенной в базисном уровне цен (п. 3.30 [40]).

Ведомость объемов работ и все спецификации элементов представлены в разделе 4 «Технология и организация строительства».

Для расчета были использованы такие сметные нормативы, как ФЕР-2001-01 Земляные работы; ФЕР-2001-06 Бетонные и железобетонные конструкции монолитные; ФЕР-2001-07 Бетонные и железобетонные конструкции сборные; ФЕР-2001-08 Конструкции из кирпича и блоков; ФЕР-2001-09 Строительные металлические конструкции; ФЕР-2001-10 Деревянные конструкции; ФЕР-2001-11 Полы; ФЕР-2001-12 Кровли; ФЕР-2001-15 Отделочные работы; ФЕР-2001-26 Теплоизоляционные работы; ГЭСН-2001, ФССЦ, а также использованы прайс-листы магазинов строительных материалов в г. Абакан.

Индекс для перевода стоимости на первый квартал 2016г. для республики Хакасия для данного объекта составляет 7,11 (Письмо Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ от 19 февраля 2016г. №4688-ХМ/05 [43])

При составлении локального сметного расчета приняты следующие нормативы по видам работ[41], [42]:

- Накладные расходы: земляные работы, выполняемые механизированным способом – 95%; полы – 123%; земляные работы, выполняемые ручным способом – 80%; бетонные и железобетонные монолитные конструкции – 105%; конструкции из кирпича и блоков – 122%; бетонные и железобетонные сборные конструкции – 130%; деревянные конструкции – 118%; отделочные работы – 105%; теплоизоляционные работы – 100%; строительные металлические конструкции – 90%; кровли – 120%;
- Сметная прибыль: земляные работы, выполняемые механизированным способом – 50%; полы – 75%; земляные работы, выполняемые ручным способом – 45%; бетонные и железобетонные монолитные конструкции – 65%; конструкции из кирпича и блоков – 80%; бетонные и железобетонные сборные конструкции – 85%; деревянные конструкции – 63%; отделочные работы – 55%; теплоизоляционные работы – 70%; строительные металлические конструкции – 85%; кровли – 65%;

Производство работ предусмотрено в нормальных условиях, не осложненных внешними факторами, поэтому к сметным нормам и расценкам никакие коэффициенты применяться не будут (п. 2.2 [40]).

Так как проектная документация составлена до проведения торгов, то в локальном сметном расчете предусмотрена общая система налогообложения исполнителя работ - НДС 18%.

Объектная смета составлена на основе локального сметного расчета и определяет общий размер всех затрат, связанных с возведением данного объекта. Так как локальная смета составлялась только на общестроительные работы, другие работы были приняты в процентах от общестроительных работ.

Отопление и вентиляция – 10%; водопровод и канализация – 7%; электромонтажные работы – 6%. Временные здания и сооружения - 1,8% на основании п. 4.2 [44], удорожание работ, связанное с производством их в зимнее время – 4,25% по таблице 4, п. 11.3, п. 13 [45], непредвиденные затраты – 2% [40], НДС – 18% ст. 164 [46].

Сводный сметный расчет объединяет все затраты и определяет сметный лимит средств, необходимых для полного завершения строительства. Включает итоги по объектным сметам без сумм на покрытие лимитированных затрат, а также по сметным расчетам на отдельные виды затрат, которые приняты в процентах. На подготовку территории строительства – 0,15%, наружные сети водопровода – 0,8%, наружные сети канализации – 1,7%. Затраты на благоустройство и озеленение территории приняты в процентах от объектной сметы: благоустройство – 7,6%, вертикальная планировка – 0,8%, озеленение – 0,3%. Временные здания и сооружения - 1,8% на основании п. 4.2 [44], удорожание работ, связанное с производством их в зимнее время – 4,25% по таблице 4, п. 11.3, п. 13 [45], содержание технадзора – 1,1% [47]. Проектные и изыскательские работы: изыскания – 1%; проектирование – 13%, авторский надзор – 0,2% [40]. Средства на непредвиденные затраты – 2% [40], НДС – 18% ст. 164 [46].

Всего по сводному сметному расчету стоимость строительства мини-гостиницы составляет 54,120млн. руб. Стоимость одного квадратного метра – 50 тыс. руб.

## **6 Безопасность жизнедеятельности**

### **6.1 Общие положения**

Роль строителей в обеспечении жизнедеятельности и ее безопасности особенно велика. Процесс строительства характеризуется масштабностью,

необходимостью применения крупногабаритной техники и проведения работ под открытым небом – все это определяет особенности мероприятий по обеспечению безопасности при проектировании объектов и производстве строительных работ.

При производстве работ должны соблюдаться требования техники безопасности согласно [38], [39], проекта производства работ, технологических карт, карт трудовых процессов и инструкций, утвержденных главным инженером строительной организации, производящей указанные работы.

## **6.2 Требования безопасности к обустройству и содержанию строительной площадки, участков работ и рабочих мест**

Территория строительной площадки во избежание доступа посторонних лиц должна быть ограждена.

Конструкция защитных ограждений должна удовлетворять следующим требованиям:

- высота ограждения должна быть не менее 1,6 м;
- ограждения, примыкающие к местам массового прохода людей, должны иметь высоту не менее 2 м и быть оборудованы сплошным защитным козырьком;
- козырек должен выдерживать действие снеговой нагрузки, а также нагрузки от падения одиночных мелких предметов;
- ограждения не должны иметь проемов, кроме ворот и калиток, контролируемых в течение рабочего времени и запираемых после его окончания.

Подготовка к эксплуатации санитарно-бытовых помещений и устройств для работающих на строительной площадке должна быть закончена до начала основных строительного-монтажных работ.

Руководители организаций обязаны обеспечить на строительной площадке и рабочих местах необходимые условия для выполнения подчиненными им рабочими и служащими требований правил и инструкций по охране труда. При возникновении угрозы безопасности лица, назначенное приказом по организации руководителем работ, обязано прекратить работы и принять меры по устранению опасности, а при необходимости обеспечить эвакуацию людей в безопасное место.

Допуск посторонних лиц, а также работников в нетрезвом состоянии на территорию строительной площадки, на рабочие места, в производственные и санитарно-бытовые помещения запрещается.

Рабочие при производстве работ должны иметь удостоверение на право производства конкретного вида работ, а также пройти инструктаж по безопасности труда в соответствии с требованиями [48].

При организации строительной площадки, размещении участков работ, рабочих мест, проездов строительных машин и транспортных средств,

проходов для людей следует установить опасные для людей зоны, в пределах которых постоянно действуют или потенциально могут действовать опасные производственные факторы, обозначить их знаками безопасности,

Рабочие места, в зависимости от условий работ и принятой технологии производства работ, должны быть обеспечены согласно нормокомплексам технологической оснасткой, а также средствами связи и сигнализации.

Подача материалов на рабочие места должна осуществляться в технологической последовательности, обеспечивающей безопасность работ.

### **6.3 Требования безопасности при складировании материалов и конструкций**

Материалы и конструкции следует размещать в соответствии с требованиями настоящих норм и правил и межотраслевых правил по охране труда на выровненных площадках, принимая меры против самопроизвольного смещения, просадки, осыпания и раскатывания складироваемых материалов.

Материалы, изделия, конструкции и оборудование при складировании на строительной площадке и рабочих местах должны укладываться следующим образом:

- кирпич в пакетах на поддонах - не более чем в два яруса, в контейнерах - в один ярус, без контейнеров - высотой не более 1,7 м;
- плиты перекрытий - в штабель высотой не более 2,5 м на подкладках и с прокладками;

Между штабелями (стеллажами) на складах должны быть предусмотрены проходы шириной не менее 1 м и проезды, ширина которых зависит от габаритов транспортных средств и погрузочно-разгрузочных механизмов, обслуживающих склад.

Прислонять (опирать) материалы и изделия к заборам, деревьям и элементам временных и капитальных сооружений не допускается.

### **6.4 Безопасность транспортных и погрузочно-разгрузочных работ**

Строительные машины, транспортные средства, производственное оборудование, ручные машины и инструмент (электродрели, электропилы, рубильные и клепальные пневматические молотки, кувалды, ножовки и т.д.) соответствуют требованиям государственных стандартов по безопасности труда, а вновь приобретаемые - имеют сертификат на соответствие требованиям безопасности труда.

Машины, транспортные средства используемые на строительной площадке:

- Автомобильный стреловой кран КС-45732-21;
- Погрузчики для штучных грузов и для сыпучих грузов FD100-8;
- Экскаватор ЭО-3211Д;
- Камаз 5320;

- Камаз 55111;
- Автобетононасос Камаз 5511;

Машины используются по назначению и применяются в условиях, установленных заводом-изготовителем. Организации, применяющие машины, транспортные средства, производственное оборудование и другие средства механизации, обеспечивают их работоспособное состояние.

При техническом обслуживании транспортного средства, имеющие возможность перемещаться под воздействием собственной массы, заблокированы механическим способом или опущены на опору с исключением возможности их самопроизвольного перемещения

Оставлять без надзора машины, транспортные средства и другие средства механизации с работающим (включенным) двигателем не допускается.

Не допускается выполнять работы по монтажу (демонтажу) машин, устанавливаемых на открытом воздухе в гололедицу, туман, снегопад, грозу, при температуре воздуха ниже или при скорости ветра выше пределов, предусмотренных в паспорте машины.

## **6.5 Безопасность труда земляных работ**

Требования безопасности перед началом работы:

1. Получить задание на выполнение работы у бригадира или руководителя.
2. Подготовить и подобрать инструмент и технологическую оснастку, необходимые при выполнении работ, проверить их исправность и соответствие требованиям безопасности.
3. Надеть каску, спецодежду и спецобувь установленного образца. Подготовить специальный пояс (при работе в котлованах), виброзащитные перчатки и защитные очки - при рыхлении грунта с помощью отбойного молотка и работе с другим пневмоинструментом.
4. Проверить рабочее место и подходы к нему на соответствие требованиям безопасности.
5. Пройти инструктаж на рабочем месте с учетом специфики выполняемых работ.

Требования безопасности во время работы:

1. Траншеи, ямы, разрабатываемые в местах движения транспорта и пешеходов, должны ограждаться щитами с предупредительными надписями, а в ночное время - с сигнальным освещением. Подходы через траншеи должны быть оборудованы мостками с перилами.
2. Во время работы руководитель или бригадир обязаны постоянно вести наблюдение за состоянием откосов траншей, принимая в необходимых случаях меры для предотвращения самопроизвольных обвалов.
3. При использовании земляных машин для разработки грунта работникам запрещается находиться или выполнять какие-либо работы в зоне действия экскаватора на расстоянии менее 10 м от места действия его ковша.

Очищать ковш от налипшего грунта необходимо только при опущенном положении ковша.

4. Погрузка грунта в автосамосвалы должна осуществляться со стороны заднего или бокового борта.

5. Запрещается нахождение людей между землеройной машиной и транспортным средством.

6. Разборку креплений стенок в выемках, котлованах и траншеях следует производить в направлении снизу вверх по мере засыпки траншеи грунтом.

### **6.6 Безопасность труда при электросварочных работах**

Обеспечение электробезопасности на строительной площадке осуществляется в соответствии с [38].

Для защиты персонала от поражения электрическим током на строительной площадке мини-гостиницы устроены следующие мероприятия:

- Устройство и техническое обслуживание временных и постоянных электрических сетей на производственной территории осуществляется силами электротехнического персонала, имеющего квалификационную группу по электробезопасности.
- Разводка временных электросетей напряжением до 1000В, используемых при электроснабжении объектов строительства, выполнена изолированными проводами или кабелями на опорах или конструкциях.
- Распределительные щиты и рубильники имеют запирающие устройства.
- Металлические строительные леса, и транспортные средства с электрическим приводом, корпуса оборудования, машин и механизмов с электроприводом заземлены согласно действующим нормам сразу после их установки на место, до начала каких-либо работ.
- Защиту электрических сетей и электроустановок на строительной площадке от сверхтоков обеспечивается посредством предохранителей с калиброванными плавкими вставками.

Подготовка рабочего места и допуск к работе командированного персонала осуществляются во всех случаях электротехническим персоналом эксплуатирующей организации.

### **6.7 Безопасность труда при каменных работах**

Кладка стен каждого вышерасположенного этажа здания производится после установки несущих конструкций междуэтажного перекрытия, а также площадок и маршей в лестничных клетках.

Кладка карнизов, выступающих из плоскости стены на 30 см, осуществляется с наружных лесов или навесных подмостей, имеющих ширину рабочего настила 60 см. Материалы располагаются на средствах подмащивания, установленных с внутренней стороны стены.

При кладке стен здания на высоту до 0,7 м от рабочего настила и расстоянии от уровня кладки с внешней стороны до поверхности земли (перекрытия) 1,3 м применяются ограждающие (улавливающие) устройства.

Рабочие, занятые на установке, очистке или снятии защитных козырьков, работают с предохранительными поясами.

Расшивка наружных швов кладки выполняется с перекрытия или подмостей после укладки каждого ряда. Запрещается находиться рабочим на стене во время проведения этой операции. При кладке или облицовке наружных стен многоэтажных зданий запрещается производство работ во время грозы, снегопада, тумана, исключаяющих видимость в пределах фронта работ, или при ветре скоростью более 15 м/с.

## **6.8 Безопасность труда при монтажных работах**

При возведении зданий и сооружений запрещается выполнение работ, связанных с нахождением людей в одной захватке (участке) на этажах (ярусах), над которыми производится перемещение, установка и временное закрепление элементов сборных конструкций и оборудования.

Монтаж конструкций каждого вышележащего этажа здания производится после закрепления всех установленных монтажных элементов по проекту и достижения бетоном (раствором) стыков несущих конструкций прочности.

Монтаж лестничных маршей и площадок зданий осуществляется одновременно с монтажом конструкций здания. На смонтированных лестничных маршах незамедлительно устанавливаются ограждения.

В процессе монтажа конструкций зданий или сооружений монтажники находятся на ранее установленных и надежно закрепленных конструкциях и средствах подмащивания.

Для перехода монтажников с одной конструкции на другую применяются лестницы, переходные мостики и трапы, имеющие ограждения.

Строповка монтируемых элементов производится в местах, указанных в рабочих чертежах, и обеспечивается их подъем и подачу к месту установки в положении, близком к проектному.

Монтируемые элементы поднимаются плавно, без рывков, раскачивания и вращения.

Поднимаются конструкции в два приема: сначала на высоту 30 см, затем после проверки надежности строповки производится дальнейший подъем. Запрещается выполнять монтажные работы на высоте в открытых местах при скорости ветра 15 м/с и более, при гололеде, грозе или тумане, исключаяющих видимость в пределах фронта работ.

## **6.9 Обеспечение пожаробезопасности**

Противопожарные требования к зданию разработаны в соответствии с [8], а так же [38].

В местах, содержащих горючие или легковоспламеняющиеся материалы, курение запрещено, а пользование открытым огнем разрешено только в радиусе более 50 м.

Не разрешается накапливать на площадках горючие вещества, их хранят в закрытых металлических контейнерах в безопасном месте.

Противопожарное оборудование содержится в исправном, работоспособном состоянии. Проходы к противопожарному оборудованию всегда свободны и обозначены соответствующими знаками.

На рабочих местах, где применяются или готовятся клеи, мастики, краски и другие материалы, выделяющие взрывоопасные или вредные вещества, не допускаются действия с использованием огня или вызывающие искрообразование.

Рабочие места, опасные во взрыво- или пожарном отношении, укомплектованы первичными средствами пожаротушения (огнетушители марки ОП-2, пожарные щиты, ящики с песком) и средствами контроля и оперативного оповещения об угрожающей ситуации.

## **6.10 Обеспечение защиты работников от воздействия вредных производственных факторов**

Оборудование, при работе которого возможны выделения вредных газов, паров и пыли, должно поставляться комплектно со всеми необходимыми укрытиями и устройствами, обеспечивающими надежную герметизацию источников выделения вредностей. Укрытия должны иметь устройства для подключения к аспирационным системам (фланцы, патрубки и т.д.) для механизированного удаления отходов производства.

Полимерные материалы и изделия должны применяться в соответствии с перечнем, утвержденным в установленном порядке. При использовании таких материалов и изделий необходимо руководствоваться также паспортами на них, знаками и надписями на таре, в которой они находились.

Машины и агрегаты, создающие шум при работе, должны эксплуатироваться таким образом, чтобы уровни звукового давления и уровни звука на постоянных рабочих местах в помещениях и на территории организации не превышали допустимых величин, указанных в национальных стандартах.

Производственные помещения, в которых происходит выделение пыли, должны иметь гладкую поверхность стен, потолков, полов и регулярно очищаться от пыли.

Уборка пыли в производственных помещениях и на рабочих местах должна производиться в сроки, определенные приказом по организации, с использованием систем централизованной пылеуборки или передвижных пылеуборочных машин, а также другими способами, при которых исключено вторичное пылеобразование.

Элементы конструкции полов не должны накапливать или поглощать попадающие на пол в процессе производства работ вредные вещества. Покрытия полов должны обеспечивать легкость очистки от вредных веществ, производственных загрязнений и пыли.

## **7 Оценка воздействия на окружающую среду**

### **7.1 Общие положения**

Цель выполнения данного раздела выпускной бакалаврской работы – это проверка соответствия хозяйственных решений, деятельности и ее результатов

требованиям охраны окружающей среды, рационального использования природных ресурсов, экологической безопасности.

Достижение цели обеспечивается решением следующих задач:

- ✓ выявить и проанализировать все возможные воздействия намечаемой деятельности на окружающую среду района реализации хозяйственного проекта;
- ✓ спрогнозировать и оценить изменения окружающей среды, которые произойдут в результате на нее воздействий после осуществления намечаемой деятельности;
- ✓ предсказать (искусственно-техническое формирование) и классифицировать по значимости экологические и связанные с ними социальные, экономические и другие последствия;
- ✓ учесть в подготавливаемых хозяйственных решениях возможные последствия их реализации.

В связи с тем, что строительство предусмотрено территории спортивно-оздоровительной базы «Самохвал» оценка воздействия на окружающую среду очень актуальна. Так как строительство мини-гостиницы предполагается на территории города с высокой плотностью застройки и значительной концентрацией автотранспорта, экологическое обоснование является обязательным при строительстве или реконструкции зданий и сооружений, а также других видов хозяйственной деятельности на территории Российской Федерации.

## **7.2 Общие сведения о проектируемом объекте**

### **7.2.1 Краткая характеристика участка застройки и объекта строительства**

Участок для строительства мини-гостиницы на спортивно-оздоровительной базе «Самохвал» располагается на территории Республики Хакасия г. Абакан по улице Буденного. Местоположение площадки строительства показано на рисунке 7.1.



Рисунок 7.1 – Местоположение площадки строительства

Проектируемый объект мини-гостиницы предназначен для предоставления мест для проживания отдыхающим на спортивно-оздоровительной базе «Самохвал», а также для проведения различных мероприятий. Вместимость гостиницы 30 человек.

Проектируемое здание четырехэтажное, имеет прямоугольную форму в плане. Основные габариты здания в осях 25,5мх15,0м. Общая площадь здания 1071,79м<sup>2</sup>, площадь застройки – 514,9м<sup>2</sup>, строительный объем – 4352,4м<sup>3</sup>.

*Фундамент* - одна из наиболее ответственных частей здания. От его прочности и устойчивости в значительной степени зависят общая прочность, устойчивость и деформативность здания. Фундаменты запроектированы монолитные бетонные ленточные, мелкозаглубленные. Ширина подошвы фундамента 1700мм, высота – 300мм, ширина ленты – 600мм, высота – 600мм.

*Стены* кирпичные толщиной 380мм. Утеплены минплитой П-125 толщиной 120мм, снаружи обшиваются керамогранитом по металлической обрешетке.

*Перегородки* выполняются из пеноблоков и из ГВЛ по металлическим профилям.

*Перекрытие* сборное железобетонное многпустотными плитами. Устраивается монолитный антисейсмический пояс, который располагается по всем продольным и поперечным стенам с применением непрерывного армирования.

*Лестница* в проектируемом здании – двухмаршевая, предусмотрены сборные ж/б ступени по стальным косоурам.

*Пандус.* Уклон 1:20, ширина 1м.

*Крыша* запроектирована двускатная, покрытие – металлочерепица.

*Полы* устраиваются по лагам на кирпичных столбиках.

*Окна* – поливинилхлоридные, *двери* – деревянные и металлические.

Благоустройство территории. Озеленение запланировано обыкновенным газоном с посевом газонных трав, посадка лиственных и хвойных деревьев, а

также кустарников и цветников. Кроме того, на участке присутствует большое количество деревьев естественного происхождения.

Общая площадь территории – 3,76га, площадь застраиваемой территории – 1,04га, площадь озеленения – 2,72га, площадь твердого покрытия – 8038м<sup>2</sup>.

**7.3 Оценка воздействия на окружающую среду** представлена в приложении Ж.

### **Выводы по разделу**

В данном разделе бакалаврской работы была произведена проверка соответствия хозяйственных решений, рационального использования природных ресурсов требованиям охраны окружающей среды и экологической безопасности.

Согласно проведенным расчетам количество загрязняющих веществ не превышает допустимые ПДК при:

- работе строительных машин и механизмов;
- лакокрасочных работах;
- сварочных работах.

При временном хранении отходов на открытых площадках без тары (навалом, насыпью) должны соблюдаться следующие условия:

- временные склады и открытые площадки должны располагаться с подветренной стороны по отношению к жилой застройке;
- поверхность хранящихся насыпью отходов или открытых приемников-накопителей должна быть защищена от воздействия атмосферных осадков и ветров (укрытие брезентом, оборудование навесом и т.д.);

Сбор мусора и твердых бытовых отходов будет осуществляться в инвентарные контейнеры, содержимое которых затем будет централизованно вывозиться.

При появлении крупногабаритного мусора или бракованных строительных конструкций предусматривается место для их хранения и дальнейшего вывоза, либо решается вопрос об альтернативной утилизации – например употребление при строительстве подсобных сооружений и т.д.

При выполнении отделочных работ строительная грязная вода, цементное молочко ежедневно собирается в передвижные отстойники, а затем вывозится на специальные свалки, не допускающие тем самым попадание загрязнителей в почвенно-растительный слой.

Из всего вышеперечисленного, можно сделать вывод о соответствии хозяйственных решений, деятельности и ее результатов требованиям охраны окружающей среды и экологической безопасности процесса строительства и порекомендовать данный проект к реализации с учетом соблюдения всех требований экологической безопасности.

## Заключение

В данной бакалаврской работе спроектирована мини-гостиница на 30 человек. Была проработана рациональная планировка, при этом, гостиница запроектирована с уникальной архитектурной выразительностью при небольших затратах.

Также было выполнено 3D моделирование в программном комплексе ArchiCAD и Artlantis.

Была просчитана многопустотная плита перекрытия, кирпичный простенок. На основании инженерно-геологических изысканий рассчитан ленточный мелкозаглубленный фундамент на естественном основании.

В технологической части подобраны грузозахватные приспособления, произведен расчет транспортных средств, разработан стройгенплан и технологическая карта на монтаж сборных лестниц из железобетонных ступеней по стальным косоурам.

Составлен локальный расчет, объектный и сводный сметный расчет в программном комплексе Grand Smeta. Общая стоимость строительства 54млн. руб. Стоимость одного квадратного метра 50тыс. руб.

Также, была произведена проверка соответствия хозяйственных решений, рационального использования природных ресурсов требованиям охраны окружающей среды и экологической безопасности.

## Список использованных источников

1. СП 42.13330.2011 Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. Актуализированная редакция СНиП 2.07.01-89\*. Введ. взамен СП 42.13330.2010; дата введ. 20.05.2011. М.: Минрегион России, 2010. 110с.
2. ГОСТ 21.508-93 СПДС. Правила выполнения рабочей документации генеральных планов предприятий, сооружений и жилищно-гражданских объектов. Введ. взамен ГОСТ 21.508-85; дата введ. 1.09.1994. М.: Стандартиформ, 2008. 30с.
3. СП 4.13130.2013 Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям. Введ. взамен СП 4.13130.2009; дата введ. 24.05.2013. М.: Стандартиформ, 2013. 186с.
4. СП 131.13330.2012 Строительная климатология. Актуализированная версия СНиП 23-01-99\*. Введ. взамен СП 131.13330.2011; дата введ. 1.01.2013. М.: Минрегион России, 2012. 109с.
5. СП 118.13330.2012 Общественные здания и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 31-06-2009. Введ. взамен СП 118.13330.2011; дата введ. 1.01.2013. М.: Минрегион России, 2012. 109с.
6. ГОСТ Р53423-2009 Туристские услуги. Гостиницы и другие средства размещения туристов. Введ. впервые; дата введ. 3.07.2009. М.: Стандартиформ, 2010. 19с.
7. СП 1.13130.2009 Системы противопожарной защиты эвакуационные пути и выходы. Введ. впервые; дата введ. 1.05.2009. М.: МЧС России, 2009. 47с.
8. СНиП 21-01-97\* Пожарная безопасность зданий и сооружений. Введ. взамен СНиП 2.01.02-85\*; дата введ. 1.01.1998. М.: 1998. 22с.
9. ГОСТ 21520-89 Блоки из ячеистых бетонов стеновые мелкие. Технические условия. Введ. взамен ГОСТ 21520-76; дата введ. 30.03.1989. М.: ЦИТП, 1989. 22с.
10. ГОСТ Р 51829-2001 Листы гипсоволокнистые. Технические условия. Введ. впервые; дата введ. 1.07.2002. М.: 2002. 25с.
11. ГОСТ 9561-91. Плиты перекрытий железобетонные многопустотные для зданий и сооружений. Технические условия. Введ. взамен ГОСТ 9561-76 и ГОСТ 26434-85; дата введ. 1.01.1992. М.: 1992. 22с.
12. Серия 1.450-1 Лестницы из сборных железобетонных ступеней по стальным косоурам. Выпуск 1. Железобетонные изделия. Рабочие чертежи. М.: ЦНИИПромзданий, 1973. 18с.
13. ГОСТ 8717.1-84 Ступени железобетонные и бетонные. Государственный комитет СССР по делам строительства. Взамен ГОСТ 8717-81; дата введ. 1.01.1986. М., 1986. 76с.

14. СП 59.13330.2012 Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения. Актуализированная редакция СНиП 35-01-2001. Дата введ. 1.01.2013. М.: Минрегион России, 2011. 62с.
15. СП 17.13330.2011 Кровли. Актуализированная редакция СНиП II-26-76. Введ. взамен СП 17.13330.2010; дата введ. 20.05.2010. М.: Минрегион России, 2010. 74с.
16. СП 29.13330.2011 Полы. Актуализированная редакция СНиП 2.03.13-88. Введ. взамен СП 29.13330.2010; дата введ. 20.05.2011. М.: Минрегион России, 2010. 69с.
17. ГОСТ 862.1-85 Изделия паркетные. Паркет штучный. Технические условия. Введ. взамен ГОСТ 862.1-76; дата введ. 12.03.1985. М.:1986. 8с.
18. ГОСТ 6787-2001 Плитки керамические для полов. Технические условия. Введ. взамен. ГОСТ 6787-90; дата введ. 1.07.2002. М.: Госстрой России, ГУП ЦПП, 2002. 17с.
19. ГОСТ 18108-80 Линолеум поливинилхлоридный на теплозвукоизолирующей подоснове. Технические условия. Введ. взамен ГОСТ 18108-72; дата введ. 1.01.1982. М.: 1982. 6с.
20. ГОСТ 30674-99 Блоки оконные из ПВХ профилей. Общие технические условия. Введ. впервые; дата введ. 1.01.2001. М.: 2001. 21с.
21. ГОСТ 24698-81 Двери деревянные наружные для жилых и общественных зданий. Типы, конструкция и размеры. Дата введ. 13.04.1981. М.: Стандартиформ, 2009. 19с.
22. ГОСТ 6629-88 Двери деревянные внутренние для жилых и общественных зданий. Типы и конструкция. Введ. взамен ГОСТ 6629-74; дата введ. 1.01.1989. М.: ИПК Издательство стандартов, 1999. 19с.
23. ГОСТ 8509-93 Уголки стальные горячекатаные равнополочные. Сортамент. Введ. взамен ГОСТ 8509-86; дата введ. 1.01.1997. М.: Стандартиформ, 2005. 10с.
24. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакций СНиП 23-02-2003. Дата введ. 1.01.2012. М.: Минрегион России, 2012. 100с.
25. СНиП 23-02-2003 Тепловая защита зданий. Введ. взамен СНиП II-3-79\*; дата введ. 01.10.2003. М.: Минрегион России, 2003. 30с.
26. СанПиН 2.3.6.1079-01 Санитарно-эпидемиологические требования к организациям общественного питания, изготовлению и оборотоспособности в них пищевых продуктов и продовольственного сырья. Дата введ. 1.02.2002. М.: Минздрав России, 2001. 71с.
27. СанПиН 2.1.2.2645-10 Санитарно-эпидемиологические требования к условиям проживания в жилых зданиях и помещениях. Введ. взамен 2.1.2.1002-00; дата введ. 15.08.2010 М.: 2010. 29с.
28. СП 63.13330.2012 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003 (с изменением №1). Дата введ. 1.01.2013. - М.: Минрегион России, 2012. 188с.

29. СП 20.13330.2011 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85\*; Дата введ. 20.05.2011. – М., 2011. – 85с.
30. ГОСТ 27751-2014 Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения. Введ. впервые. Дата введ. 1.07.2015. – М.: Стандартинформ, 2015. – 14с.
31. Байков В.Н., Сигалов Э.Е. Железобетонные конструкции. Общий курс: учеб. для вузов. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1991. – 767с.
32. СП 15.13330.2012 Каменные и армокаменные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-22-81\*. Дата введ. 1.01.2013. – М.: Минрегион России, 2012. – 73с.
33. Серия 1.141-1 Плиты перекрытий железобетонные многопустотные. Выпуск 63. Введ. взамен серии 1.141-1 Выпуск 58. Дата введ. 30.07.1984. М.: Стройиздат, 1984. – 59с.
34. СП 14.13330.2011 Строительство в сейсмических районах. - Актуализированная редакция СНиП II-7-81\*; введ. 20.05.2011. – М., 2011. – 88с.
35. СП 22.13330.2011 Основания зданий и сооружений - Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83\*; введ. 20.05.2011. – М., 2011. – 162с.
36. Берлинов М.В., Ягупов Б.А. Примеры расчета оснований и фундаментов: Учеб. для техникумов. – М.: Стройиздат, 1986. – 173 с.
37. Технология возведения зданий и сооружений: учебное пособие по курсовому проектированию/ сост. В.М. Демченко. Красноярск: КГТУ, 2006. 208с.
38. СНиП 12-03-2001 Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования. Госстрой России. Введ. взамен СНиП 12-03-99\*; дата введ. 1.09.2001, М., 2001. 53с.
39. СНиП 12-04-2002 Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство. Госстрой России. Введ. взамен разделов 8 - 18 СНиП III-4-80\*, ГОСТ 12.3.035-84, ГОСТ 12.3.038-85, ГОСТ 12.3.040-86; дата введ. 1.01.2003, М., 2003. 43с.
40. МДС 81-35.2004 Методика определения стоимости строительной продукции на территории Российской Федерации. Введ. взамен СП 81-01-94, МДС 81-1.99, МДС 81-27.2001, МДС 81-28.2001, МДС 81-29.2001, МДС 81-30.2002; дата введ. 9.03.2004. М.: Госстрой России, 2014. 44с.
41. МДС 81-25.2001 Методические указания по определению величины сметной прибыли в строительстве. Дата введ. 1.03.2001. М.: Госстрой России, 2014. 15с.
42. МДС 81-33-2004 Методические указания по определению величины накладных расходов в строительстве. Введ. взамен МДС 81-4.99; дата введ. 12.01.2004. М.: Госстрой России, 2004. 33с.
43. Письмо №4688-ХМ/05 от 19.02.2016 г. Рекомендуемые к применению в I квартале 2016 года индексы изменения сметной стоимости строительно-монтажных работ по видам строительства, изменения сметной стоимости

- проектных и изыскательских работ, изменения сметной стоимости прочих работ и затрат. Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ.
- 44.ГСН 81-05-01-2001 Сборник сметных норм затрат на строительство временных зданий и сооружений. Введ. взамен СНиП IV-9-82; СНиП 4.09-91 дата введ. 15.05.2001. М.: Госстрой России, 2001. 11с.
  - 45.ГСН 81-05-01-2007 Сборник сметных норм дополнительных затрат при производстве строительно-монтажных работ в зимнее время. Введ. взамен ГСН 81-05-02-2001; дата введ. 19.06.2001. М.: Госстрой России, 2007. 38с.
  - 46.Налоговый кодекс Российской Федерации (часть вторая) от 05.08.2000 N 117-ФЗ.
  - 47.Постановление Госстроя РФ от 13.02.2003 № 17 о нормативах затрат на содержание службы заказчика-застройщика при строительстве объектов для государственных нужд за счет средств федерального бюджета на 2003-2004 гг.
  - 48.ГОСТ 12.0.004-90 ССБТ. Организация обучения безопасности труда. Общие положения. Введ. взамен ГОСТ 12.0.004-79; дата введ. 1.07.1991, М., 2010. 14с.
  - 49.Методика проведения инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферу для автотранспортных предприятий (расчетным методом). Донченко В.В., Манусаджянц Ж.Г., Самойлова Л.Г., Кунин Ю.И., Солнцева Г.Я. (НИИАТ), Рузский А.В., Кузнецов Ю.М. (МАДИ). 1998. – 51
  - 50.Методика расчета выделений (выбросов) загрязняющих веществ в атмосферу при нанесении лакокрасочных материалов (по величинам удельных выделений). Разраб. НИИ Атмосфера и утвержден приказом Государственного комитета Российской Федерации по охране окружающей среды №497 от 12.11.1997. Санкт-Петербург, 1999. -16с
  - 51.Федеральный классификационный каталог отходов. Дата введ. 1.08.2014.
  - 52.СП 52-102-2004 Предварительнонапряженные железобетонные конструкции. Введ. впервые. Дата введ. 24.05.2004. – М.: Минрегион России, 2004. – 37с.

