**Содержание**

2

[Введение **Ошибка! Закладка не определена.**](#_Toc102301888)

[1.Архитектурно-строительный раздел 8](#_Toc102301889)

[1.1. Общая информация о месте строительства 9](#_Toc102301890)

[1.2. Климатические характеристики района строительства 10](#_Toc102301891)

[1.3. Генеральный план 10](#_Toc102301892)

[1.4. Объемно-планировочные решения 12](#_Toc102301893)

[1.4.1 Краткое описание функционально-технологического процесса проектируемого здания. Обоснование принятого типа возводимого объекта 12](#_Toc102301894)

[1.4.2 Экспликация помещений 13](#_Toc102301895)

[1.5. Конструктивные решения 15](#_Toc102301896)

[1.5.1. Обоснование и описание конструктивных элементов здания 15](#_Toc102301897)

[1.6. Теплотехнический расчет ограждающих конструкций 19](#_Toc102301898)

[1.7. Краткое описание принятых санитарно-технических и инженерных оборудований **Ошибка! Закладка не определена.**](#_Toc102301899)

[1.7.1. Отопление **Ошибка! Закладка не определена.**](#_Toc102301900)

[1.7.2. Вентиляция **Ошибка! Закладка не определена.**](#_Toc102301901)

[1.7.2. Водоснабжение **Ошибка! Закладка не определена.**](#_Toc102301902)

[1.7.3. Канализация **Ошибка! Закладка не определена.**](#_Toc102301903)

[1.7.4. Освещение и электроосвещение **Ошибка! Закладка не определена.**](#_Toc102301904)

[1.7.5. Средства пожарного оповещения и пожаротушения **Ошибка! Закладка не определена.**](#_Toc102301905)

[1.8. Противопожарные мероприятия **Ошибка! Закладка не определена.**](#_Toc102301906)

[2.Строительные конструкции 6](#_Toc102301907)

[2.1 Расчет несущих конструкций универсального спортзала **Ошибка! Закладка не определена.**](#_Toc102301908)

[2.1.1 Расчет сетчатого свода над универсальным спортзалом **Ошибка! Закладка не определена.**](#_Toc102301909)

[2.1.2 Усилия в элементах поперечной рамы универсального спортзала **Ошибка! Закладка не определена.**](#_Toc102301910)

[3.1 Инженерно-геологические изыскания 29](#_Toc102301911)

[3.1.1 Определение физико-механических характеристик грунта 29](#_Toc102301912)

[3.1.2 Построение геологического плана **Ошибка! Закладка не определена.**](#_Toc102301913)

[3.1.3 Заключение о площадке строительства **Ошибка! Закладка не определена.**](#_Toc102301914)

[3.2 Выбор глубины заложения и длины сваи **Ошибка! Закладка не определена.**](#_Toc102301915)

[3.3 Сбор нагрузок **Ошибка! Закладка не определена.**](#_Toc102301916)

[3.4 Расчет несущей способности свай **Ошибка! Закладка не определена.**](#_Toc102301917)

[3.5 Расчет количества свай **Ошибка! Закладка не определена.**](#_Toc102301918)

[3.6. Расчет осадки свайного фундамента **Ошибка! Закладка не определена.**](#_Toc102301919)

# **1.Архитектурно-строительный раздел**

## **Общая информация о месте строительства**

1. Проектируемый объект - здание детского досугового центра в г. Томск по адресу: г. Томск, проспект Мира 18, 1. Здание двухэтажное, отдельно стоящее, предназначается для размещения детского досугового центра.
2. В соответствии с СП 131.13330.2012 Томская область относится к клима- тическому подрайону IА. Климат района работ – умеренно-континентальный с продолжительной холодной многоснежной зимой и умеренно теплым летом.
3. Самым холодным зимним месяцем является январь со среднемесячной тем- пературой воздуха минус 13.9°С. Средняя месячная температура июля, самого теплого месяца, составляет плюс 18.2°С. Абсолютный минимум температуры воз- духа равен минус 35.2°С, абсолютный максимум – плюс 36.9°С. Продолжительность теплого и холодного периодов составляет соответственно 209 и 156 дней. Температура воздуха наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0.98 составляет минус 35°С, обеспеченностью 0.92 –минус 33°С.
4. Район исследований находится юго-востоке [Западно-Сибирской равнины](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B0%D0%BF%D0%B0%D0%B4%D0%BD%D0%BE-%D0%A1%D0%B8%D0%B1%D0%B8%D1%80%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%BD%D0%B8%D0%BD%D0%B0). В пределах изученных глубин (до 5.0-20.0 м), в геологическом строении участка работ принимают участие элювиальные (e II-IV), элювиально-делювиальные (ed II-IV) отложения, перекрытые с поверхности почвенно-растительным слоем (b IV), на от- дельных участках техногенными отложениями (t IV). Нормативная глубина се- зонного промерзания составляет для суглинков и глин – 162 см.
5. Степень огнестойкости здания – II
6. Класс конструктивной пожарной опасности – СО, Класс функциональной пожарной опасности – Ф 3.1 и 4.3
7. Досуговый центр для детей имеет сложную многоугольную в плане форму и состоит из двух различных по назначению и конструкции блоков:
8. - спортзал, в осях 11-12, размерами в плане 21.0 х 36.0 м и высотой до низа стропильной фермы 10.0 м;
9. - развлекательная часть здания, в осях 1-11, размерами в плане 55.0 х 36.0 м, высота до низа стропильной фермы киноконцертного зала 8.0 м, высота этажей 3.3 м. Общая площадь здания 4478,39 м2.
10. За относительную отметку 0.000 принят уровень чистого пола первого эта- жа, что соответствует абсолютной отметке 139,00.

## **Климатические характеристики района строительства**

Город Томск относится к климатическому району IА со следующими температурными характеристиками:

Среднегодовая температура – 0.9°С;

Средняя температура января - -16.0 °С;

Средняя температура июля — +19,2 "С.

На основании СП20.13330.2011 г. Томск относится к:

IV- району по весу снегового покрова (расчетное значение веса снегового покрова 2,0 кН/м2);

III- району по давлению ветра (нормативное значение ветровой нагрузки 0,38 кПа).

## **Генеральный план**

Архитектурно-планировочные и конструктивные решения здания приняты в соответствии со СП 42.13330.2016 «Градостроительство», СП 112.13330.2011 Пожарная безопасность зданий и сооружений и СП 118.13330.2012 «Общественные здания и сооружения».[23, 31]

Генеральный план разработан на основании существующей градостроительной ситуации, с учётом реальной застройки, планировки транспортных сетей. Кроме того, при разработке генерального плана учтены возможности парковки транспортных средств.

Отведенный участок под строительство здания досугового центра для детей располагается на территории расположенной относительно в центре города, также в непосредственной близости от жилых микрорайонов. Здание центра весьма органично вписывается в существующую градостроительную ситуацию. Рельеф местности – ровный, спокойный.

Проектируемое здание размещается на площадке пригодной для строительства.

Наличие на территории центра зон отдыха и летнего театра, позволит посетителям центра провести время около фонтана на лавочках, или совершить прогулки по территории центра по хорошо освещенным тропинкам.

Места для стоянки транспортных средств, дороги и площадки имеют твёрдое асфальтобетонное покрытие, а пешеходные дорожки и входы в здание покрыты бетонными плитками пластического формования, территория спортивного стадиона имеет помимо асфальтобетонного покрытия беговых дорожек, искусственное травяное покрытие.

Для улучшения санитарно-гигиенических и эстетических условий предусматривается озеленение участка в виде газонов с травяным покрытием, цветочных клумб, декоративного кустарника: акации, чубушника. Так же на территории центра предусмотрена посадка лиственных и хвойных деревьев для защиты летнего театра, и спортивного стадиона от сильных ветров. с учетом почвенно-климатических условий, экологии и возможностей местных питомников.

При посадке деревьев и кустарников необходимо соблюдать соответствующие расстояния от здания и инженерных сетей по СП 42.13330.2016, таблица 4. [23]

Здание центра имеет меридиональную ориентацию, в соответствии с господствующим направлением ветра.

В самом отдаленном малопосещаемом месте территории, располагается трансформаторная будка, которая подключена к центральной городской сети электроснабжения. Сообщение с будкой осуществляется также посредством освещенной тропинки.

Проектируемый объект представляет собой отдельно стоящее здание с двумя этажами. Центральный фасад в осях 12-1, имеющий центральное крыльцом, пандусы, ориентирован на юго-восток. Фасад А-Л ориентирован на юго-запад, здесь расположена пожарная лестница. Фасад 1-12 находится в юго-восточной стороне и имеет два выхода. В табл. 1.1 представлены технико-экономические показатели генерального плана.

*Таблица 1.1 – Технико-экономические показатели генерального плана*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № | Наименование | Ед. изм. | Кол-во |
| 1 | Общая площадь помещений | м2 | 4478,39 |
| 2 | Строительный объем помещений | м3 | 17 812,5 |
| 3 | Площадь застройки | м2 | 1 395,7 |

## **Объемно-планировочные решения**

### **1.4.1 Краткое описание функционально-технологического процесса проектируемого здания. Обоснование принятого типа возводимого объекта**

Основой здания являются спортзал и киноконцертный зал, вокруг которых сосредоточены все обслуживающие и вспомогательные помещения.

Цокольный этаж- в котором разместились зал игровых автоматов и бар-ресторан со стороны киноконцертного зала и тренажерный зал и спортивный зал для тренировок. В соответствии с предназначением здания предусмотрены следующие помещения: помещения для хранения декораций, бутафорий и спортинвентаря, помещения для курения и отдыха, санузлы и раздевалки, гардероб, а также помещения для расположения объемной технике для коммуникаций и связи.

Первый этаж - в развлекательной части здания находятся: гардероб для посетителей, помещения персонала, обслуживающего киноконцертный зал, санитарные узлы, хозяйственные помещения.

Во время ожидания киносеанса или матча по баскетболу, зрители могут посетить бар – ресторан, буфет, зал игровых автоматов.

Второй этаж – в развлекательной части здания запроектированы: кабинет директора, кабинет заместителя директора, комната директора по хозяйственной части, зеленый уголок, комната персонала, Интернет – кафе, где при необходимости каждый желающий может получить любые средства коммуникации и связи. Так же на втором этаже запроектирован зал для боулинга.

Для прохода на второй этаж здания предусмотрены две лестницы, которые запроектированы на противоположных сторонах здания и одна центральная лестница, расположенная в фойе.

Входные блоки запроектированы в соответствии с условиями экстренной эвакуации в случае пожара, которая проводится через все имеющиеся выходы, в том числе эвакуационные, располагаемые с продольной стороны выставочного корпуса. Полотна дверей открываются наружу - по направлению движения людей.

### **1.4.2 Экспликация помещений**

Вследствие того, что здание относится к объектам повышенной пожарной опасности, особое внимание уделяется мероприятиям по предотвращению образования и действия очагов возгорания. Так, в помещениях размещаются приборы пожаро-охранной сигнализации, огнетушители. На этажах АБК и киноконцертном зале, и спортзале располагаются пожарные гидранты. В случае возникновения пламени для удаления отравляющих газов применяется приточно-вытяжная вентиляция.

Экспликация помещений первого этажа указана в таблице 1.2.

Таблица 1.2 - Экспликация помещений первого этажа

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| N п/п | Наименование  помещений | Площадь, |
| 1 | 2 | 3 |
| 1. | Фойе | 262,8 |
| 2. | Тамбур | 8,70 |
| 3. | Подсобное помещение | 15,10 |
| 4. | Бар | 9,20 |
| 5. | Буфет | 89,84 |
| 6. | Гардероб | 19.36 |
| 7. | Вестибюль | 76,46 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 8. | Мужской туалет | 19,47 |
| 9. | Женский туалет | 19,47 |
| 10. | Мастерская художника | 31,64 |
| 11. | Костюмерная | 15,54 |
| 12. | Артистическая | 15,54 |
| 13. | Гримерная | 15,54 |
| 14. | Склад объемных декораций и бутафорий | 46,66 |
| 15. | Сцена | 123,67 |
| 15. | Киноконцертный зал | 463,75 |
| 16. | Спортивный зал | 609,76 |
| 17. | Кабинет врача | 11,75 |
| 18. | Тренерская | 11,75 |
| 19. | Снарядная | 47,21 |
|  |  | 1913,21 |

Экспликация помещений второго этажа указана в таблице 1.3.

Таблица 1.3 - Экспликация помещений второго этажа

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| N п/п | Наименование  помещений | Площадь, |
| 1 | 2 | 3 |
| 1. | Интернет – кафе | 88,96 |
| 2. | Комната системного администратора | 12,04 |
| 3. | Зимний сад | 38,31 |
| 4. | Комната заместителя директора по хозяйственной части | 17,76 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 5. | Комната персонала | 26,64 |
| 6. | Заместитель директора | 15,54 |
| 7. | Кабинет директора | 17,76 |
| 8. | Женская раздевалка | 28,20 |
| 9. | Женский туалет | 4,43 |
| 10. | Женский душ | 10,69 |
| 11. | Мужская раздевалка | 21,96 |
| 12. | Мужской туалет | 7,24 |
| 13. | Мужской душ | 9,14 |
| 14. | Зал для боулинга | 362,00 |
|  |  | 660,67 |

## **1.5. Конструктивные решения**

### **1.5.1. Обоснование и описание конструктивных элементов здания**

Конструктивная схема здания - здание с несущими продольными и поперечными стенами, по оси «Г» - с несущими колоннами. Пространственная жёсткость и устойчивость здания обеспечивается защемлением колонн в фундаментах и конструкциями покрытия, а также монолитным перекрытием между первым и вторым этажами. Кроме того, жесткость обеспечивается непосредственно фермами покрытия и связями между ними.

Фундамент – фундаменты столбчатые из тяжелого бетона, класса В-15, по морозостойкости F-100, по водопроницаемости W-8, арматура класса A-III; под колонны - монолитный фундамент стаканного типа из тяжелого бетона класса В-15, по морозостойкости F-100, по водопроницаемости W-8.

Цоколь здания - монолитный.

Колонны под монолитное перекрытие - размерами 0,50х0,50 м.

Перекрытие - монолитное перекрытие принято по оцинкованным профилированным листам пролетом 6 метров.

Лестничные клетки – три лестницы, монолитные, из тяжелого бетона класса по прочности В25, марки по морозостойкости F 75.

Стены - кирпичные толщиной 770 мм с пенополистиролом в качестве утеплителя, толщиной 120 мм.

Перегородки на этажах из гипсокартона ГКЛ на металлическом каркасе толщиной 90 мм по серии 1.031.9-3.01; перегородки в санузлах, комнатах уборочного инвентаря – из влагостойкого гипсокартона ГКЛВ толщиной 90 мм на металлическом каркасе по серии 1.031.9-3.01.

Перемычки – железобетонные по серии 1.038.1-1, вып. 1.

Покрытие – для киноконцертного зала металлическая ферма пролетом 18,00 м., выполненной из гнутого профиля, скрепленного между собой самонарезными винтами.

Для спортзала - металлические фермы с решеткой из элементов коробчатого сечения

Покрытие – сэндвич-панели покрытия;

Кровля – плоская совмещенная, рулонная, из четырех слоев из рубероида с втоплением защитного слоя из мелкозернистого гравия толщиной 6 мм.

Покрытие входов и террасы – керамогранит.

Окна – из ПВХ профилей с двухкамерными стеклопакетами по ГОСТ 30674-99. Для спортивного зала запроектированы оконные проемы размерами 7.00х4.40 м с промежуточными распорами. Внутри помещения спортивного зала, предусмотрены защитные щиты для защиты от случайных попаданий мяча, изготовленные из металлического профиля и натянутой между ним сеткой Рабица.

В кинозале также предусмотрено естественное освещение, которое изнутри при необходимости закрывается и открывается при помощи установленных занавесок, не пропускающих свет, с электрическими подъемниками.

Двери – наружные из ПВХ профилей, внутренние – филенчатые деревянные.

Горизонтальная гидроизоляция -выполняется по верху цоколя, оклейкой в два слоя материала “Барьер ГЭС-2200”. В уровне подвального этажа вертикальная гидроизоляция устраивается путём наклейки четырёх слоёв материала “Барьер ГЭС-2200”, а подготовка под полы из тощего бетона с толщиной слоя 60 мм. Рулонный самоклеющийся стирол-блок-сополимер-модифицированный (СБСП) битумно-полимерный материал Барьер ГЭС-2200 (гидроизоляционный эластомерный самоклеящийся), предназначен для устройства гидроизоляции фундаментов зданий без применения открытого пламени. Подготовка под полы для спортзала выполняется также из тощего бетона по уплотненному грунту с втопленным гравием.

Полы - на уровне подвального этажа, на отметке 0,000 и 3,300 м. запроектированы мозаичные, а в санитарных узлах из керамических плиток. В фойе и вестибюле полы выполняются с применением искусственных гранитных плиток. В административных помещениях предусмотрены линолеумные полы.

Полы для спортивного зала дощатые выполненные из досок толщиной 35 мм по уплотненному грунтовому основанию с подготовкой из тощего бетона с предварительным уплотнением грунта.

Полы киноконцертного зала устроены с применением синтетических рулонных материалов по бетонному основанию.

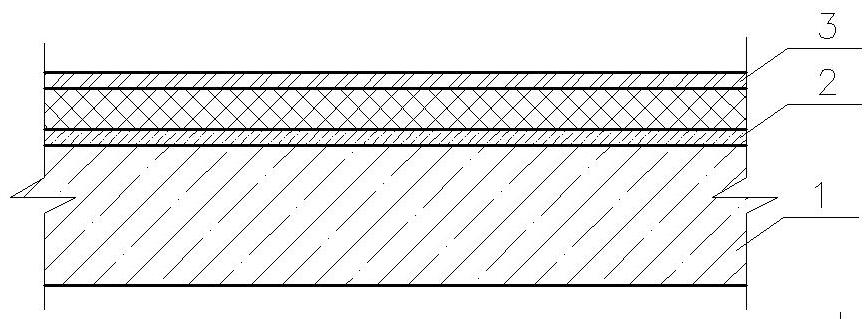
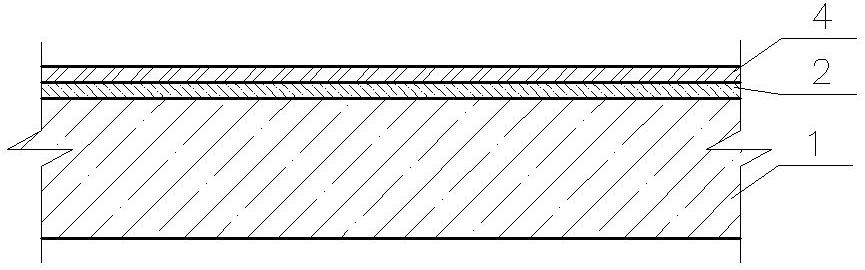


Рисунок 1.3 -Полы мозаичные по плитам перекрытия

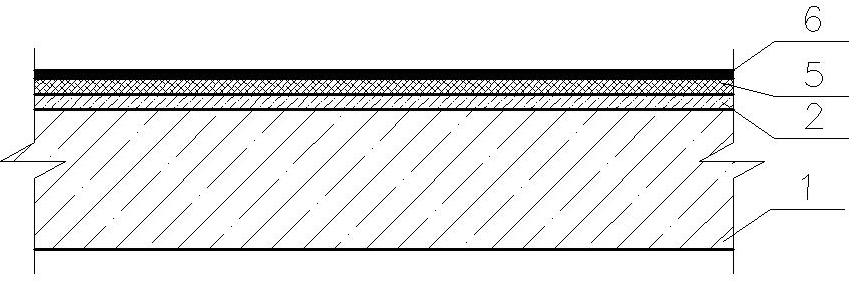


1 – плита перекрытия;

2 – цемент но-песчаная стяжка;

4 – керамическая плитка.

Рисунок 1.4 - Полы из керамической п литки по плитам перекрытия



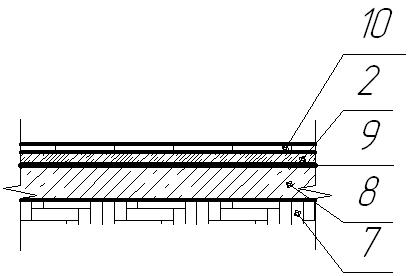
1 – плита перекрытия;

2 – цемент но-песчаная стяжка;

5 – звукоизоляционный слой;

6 – линолеум.

Рисунок 1.5 - Полы линолеумные по плитам перекрытия



2 – цемент но-песчаная стяжка

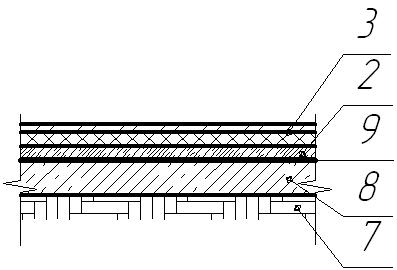
7 – уплотненный грунт;

8 – бетонная подготовка;

9 – гидроизоляция;

10 – гранитные плитки.

Рисунок 1.6 - Полы из гранитной плитки по уплотненному грунту



2 – цемент но-песчаная стяжка

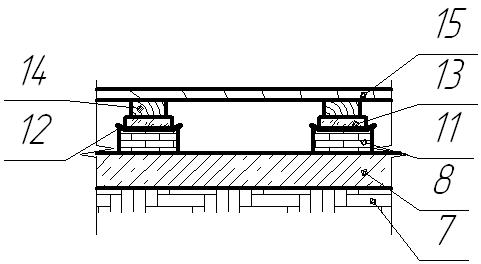
3 – мозаичное покрытие;

7 – уплотненный грунт;

8 – бетонная подготовка;

9 – гидроизоляция.

Рисунок 1.7 - Полы мозаичные по у плотненному грунту



7 – уплотненный грунт;

8 – бетонная подготовка;

11 – кирпичный столби к;

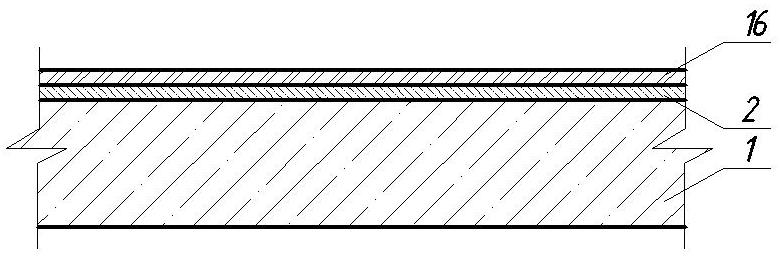
12 – гидроизоляция ( 2 слоя тол я);

13 – прокладка;

14 – лага;

15 – деревянное покрытие.

Рисунок 1.8 - Полы дощатые по уплотненному грунту



1 – плита перекрытия (многопустотная или монолитная);

2 – цемент но-песчаная стяжка;

16 –синтетическое по крытие.

Рисунок 1. 9 - Полы с синтетически м покрытие по бетонному основанию

Внутренняя отделка – для внутренней отделки стен административно – быто вой части здания применяются навесные полимерные панели и панели МДФ, а стены санитарных узлов отделываются глазурованной керамической облицовочной плит кой. В некоторых помещениях администрации применяются флизелиновые обои, в то м числе по д покраску водоэмульсионными красками. Стен ы спортивного зала окрашиваются матовой масляной краской.

Во всех помещения кроме бытовых и санузлов устраивается подвесной потолок типа “ Армстронг”. В киноконцерт ном зале и з але для боулинга используется подвесной потолок ступенчатого типа с применением п лит из минерального волокна с высокой степенью звукопоглощения. Металлические и деревянные элемент ы внутри здания покрыты лакокрасочными составами преимущественно заводского нанесения.

Наружная отделка – цоколь выполнена с применением ис кусственного камня, который клеится н а специализированный раствор с высокой устойчивостью к неблагоприятным атмосферным условиям. Фасад - вододисперсионной фасадной краской с добавлением колерной паст ы различны х цветов.

Отмостка - по периметру здания асфальтобетонная шириной 1,5 м., с у клоном 1:10.

Водосток - с поверхности кровли применяется внутренний организованный, с водосборными воронками

## **1.6. Теплотехнический расчет ограждающих конструкций**

Теплотехнический расчёт ограждающей конструкции выполнен по С П 50.13330. 2012 «Тепловая защита зданий», [СП 131.13330.2012 Строительная климатология.](http://docs.cntd.ru/document/464671676)[21,26,33]

Состав и характеристика слоёв стены указаны в таблице 1.3.

Таблица 1. 3 - Состав и характеристика слоёв стены

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| N п/п | Наименование слоя | Плотность | Расч. коэф.  теплопр.  ,Вт/; | Толщина  слоя, м |
| 1. | Известково-песчаный раствор | 1600 | 0,81 | 0,02 |
| 2. | Кирпич силикатный | 1800 | 0,87 | 0,51 |
| 3. | Утеплитель – пенополистирол | 40 | 0,05 | х |
| 4. | Кирпичная кладка | 1800 | 0,87 | 0,12 |
| 5. | Цементно-песчаный раствор | 1800 | 0,93 | 0,02 |

Назначение здания: Досуговый центр д ля детей, формула 1.1:

(1.1)

 - коэффициент, принимаемый в зависимости от положения наружной поверхности ограждающих конструкций по от ношению к наружному воз духу.

tвн - расчётная температур а внутреннего воздуха.

tнар - расчётная зимняя температура наружного воз духа (наиболее холодно й пятиднев ки).

Δtн- нормативный температурный перепад между температурой внутреннего воз духа и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции.

αвн - коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций.

Градусосутки отопительного периода, формула 1. 2:

(1.2)

где tвн = 18 оС – расчетная средняя температура внутреннего воз духа;

tот.пер= -7,9°С и Zот.пер.= 233 сут. – средняя температур а и продолжительность периода со средне суточной температурой воздуха н иже или равной 8°С по табл.(1б\*[ 2])[26]

Тогда при расчетное сопротивления теплопередаче:

оС ·м2/Вт.

Нормативное значение сопротивления теплопередаче, формула 1. 3:

оС ·м2/Вт, (1.3)

где a и b коэффициенты принимаемые по т абл. 4 СП 50.1 3330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02- 2003.

где tвн - расчетная средняя температура внутреннего воз духа здания, °С, при нимаемая д ля расчета о граждающих ко нструкций гру ппы зданий по поз.1 таблицы 4 по м инимальным з начениям о птимальной те мпературы соот ветствующи х зданий по ГОСТ 304 94 (в интер вале 20-22 °С), д ля группы з даний по поз. 2 таблицы 4 - со гласно класс ификации по мещений и м инимальных з начений опт имальной те мпературы по ГОСТ 304 94 (в интер вале 16-21 °С), з даний по поз. 3 таблицы 4 - по нор мам проект ирования соот ветствующи х зданий;

Согласно 50.1 3330.2012 д ля получен ного значе ния градусо-суток нор мируемое со противление те плопередаче Rreq, м2·°С/Вт, сост авляет, формулы 1.4-1.6:

- для нару жных стен -3,01;

(1.4)

3,01 (1.5)

(1.6)

Принимаем уте плитель – пенополистирол толщиной 150 м м.

Состав и х арактерист ика слоёв п литы покрыт ия представле ны в табли це 1.4.

Таблица 1.4 - Состав и х арактерист ика слоёв п литы покрыт ия

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Nп/п | Наименование с лоя | Плотность | Расч.коэф.теплопр., Вт/; | Толщина сло я, м |
| 1. | Монолитное пере крытие | 2500 | 1,98 | 0,22 |
| 2. | Пароизоляция – пер гамин | 600 | 0,17 | 0,02 |
| 3. | Выравнивающая ст яжка | 1800 | 0,93 | 0,08 |
| 4. | Утеплитель – пе нополистиро л | 40 | 0,05 | х |
| 5. | Выравнивающая ст яжка | 1800 | 0,93 | 0,02 |
| 6. | 2 слоя техноэласта | 600 | 0,17 | 0,04 |

При расчетное со противлени я теплопере даче

оС ·м2/Вт.

Нормативное з начение со противлени я теплопере даче, формула 1.7:

оС ·м2/Вт (1.7)

Согласно 50.1 3330.2012 д ля получен ного значе ния градусо-суток нор мируемое со противление те плопередаче Rreq, м2·°С/Вт, сост авляет, формулы 1.8 и 1. 9:

- для покрытия -4,01;

(1.8)

+

4,01 (1.9)

x=0.05\*(4.01-0.12+0.11+0.12+0.09+0.02+0.24+0.044)

x=0.15

Принимаем уте плитель – пенополистирол толщиной 150 м м.

**1.5 Инженерные коммуникации**

**Отопление**

Расчетная температура внутреннего воздуха в помещениях в холодный период принята +16

- +25 °С. Теплоноситель - вода с параметрами 130-70°С. Предусматривается подключение системы отопления к наружным тепловым сетям через тепловой узел.

**Вентиляция**

Для создания нормируемых параметров внутреннего воздуха в помещениях, залах предусмотрена приточно-вытяжная вентиляция. Вентиляция запроектирована с естественным побужде- нием и выбросом воздуха в атмосферу. Приточный воздух подается системой «П» по воздухово- дам в помещения, залы, прокладываемым под потолком, через потолочные диффузоры. Подготовка воздуха: фильтрование, в летний период-охлаждение, в зимний период - нагревание произ- водится в приточной установке фирмы KORF. Для подавления шума предусмотрены шумоглуши- тели и звукоизоляция венткамер. Вытяжка из данных помещений с механическим побуждением, канальными вентиляторами, устанавливаемыми на кровле.

**Холодоснабжение**

Для охлаждения воздуха в теплый период года в помещениях, залах предусмотрены сплит- системы канального типа фирмы GENERAL CLIMATE.

**Водопровод и канализация**

Предусматривается устройство хозяйственно-питьевого водопровода, противопожарного водопровода и бытовой канализации. Водопровод запроектирован из стальных электросварных труб по ГОСТ 10704-91. Расход воды на пожаротушение составил - 10 л/сек. Водоснабжение предусматривается от скважины технологической воды. Система хозяйственного водопровода и противопожарного – раздельная. Противопожарный водопровод запроектирован из трубы стальной водогазопроводной по ГОСТ 3262-75. Внутреннее пожаротушение предусматривается от пожарных кранов, установленных в пожарных шкафах. Хозяйственный водопровод запроектирован из полиэтиленовых труб низкого давления по ГОСТ 18599-2001. Водопровод горячей воды Т3 предусматривается от водоподогревателя, установленного в теплопункте. Водопровод горячей воды Т3 запроектирован из полиэтиленовых труб низкого давления по ГОСТ 18599-2001. Все трубопрово- ды горячего водоснабжения, кроме подводок к приборам, теплоизолировать цилиндрами URSA с покрытием марки RS1/ALU.

Бытовая канализация К1 запроектирована для отвода стоков от сантехнических приборов в санузлах, выполнена из полиэтиленовых канализационных труб и фасонных частей к ним по ГОСТ 22689-2014. Ливневая канализация запроектирована для отвода ливнестоков с кровли зда- ния на отмостку. На кровле устанавливаются водосточные воронки АМ ТЕХО КЕSSEL с элек- троподогревом.

**Электроснабжение**

Электропотребители торгово-выставочного павильона относятся к I и II категориям надежности электроснабжения. К I категории относятся противопожарные устройства: электроприводы огнезадерживающих клапанов, пожарная и охранная сигнализации, аварийное освещение. Ко II категории относится остальной комплекс электропотребителей: оборудования торговли, системы вентиляции, кондиционирование, рабочее освещение, бытовые электроприборы. В электрощито- вой, расположенной в сухом подвале установлено вводное устройство типа ВРУ1-13-20УХЛ4 с системой учета с электронными счетчиками класса точности не менее 1,0 и трансформаторами то- ка типа Т-0,66. Распределение выполняется шкафами типа ПР11-3078-21УХЛ3 и ПР11-3107- 21УХЛ3. Шкаф типа ПР11-3078-21УХЛ3 для осветительной нагрузки и ПР11-3107-21УХЛ3 для силовой. I категория обеспечивается установкой шкафа АВР и шкафа ППУ для противопожарных устройств. Шкаф типа ПР11-3078-21УХЛ3 для осветительной нагрузки и ПР11-3107-21УХЛ3 для силовой. Система рабочего освещения построена на этажных щитках типа УЩОВ. Управление освещением предусматривается клавишными выключателями. Светильники местного освещения включаются в штепсельные розетки с защитным контактом и управляются встроенными аппаратами.

**Меры защиты от поражения электрическим током**

Заземление всех нетоковедущих частей электрооборудования, которые могут оказаться под напряжением вследствие пробоя изоляции путем металлического соединения с нулевым защит- ным проводником. Выполнение на вводе в здание основной и дополнительной систем уравнения потенциалов.

**1.6 Теплотехнический расчет ограждающих конструкций Теплотехнический расчет стены**

Требуется рассчитать необходимую толщину утеплителя при строительстве детского досугового центра в г.Томск Конструкция стены взята в соответствии со СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» и СП 131.13330.2020 «Строительная климатология».

Теплотехнический расчет стены выполняем с учетом особенности конструкции ограждения, представленной на рисунке 1.1.

Конструкция стены: 1) внутренний слой:

* штукатурка t = 15 мм,
* кладка из пеноблока t = 400 мм;

1. утеплитель «ФАСАД-БАТТС»;
2. воздушный зазор;
3. плитка фасадная типа «Алюкобонд», t = 5 мм. Расчет будем производить по формуле:

*Rk*  *R*1  *R*2 ...  *Rn*  *Rв*.*п*. , (1.1)

где *R*1  *R*2  ...  *Rn*  термическое сопротивление отдельных слоев ограждающей конст- рукции, (м2∙С0)/Вт, определяемое по формуле:

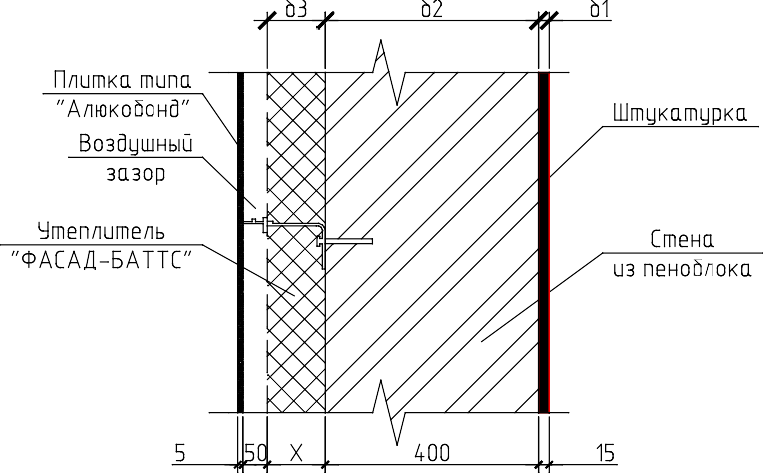
*R*   , (1.2)



где   толщина слоя, м;

  расчетный коэффициент теплопроводности материала слоя, с учетом условий экс- плуатации ограждающих конструкций, Вт/(м∙С0);

*Rв*.*п*.  термическое сопротивление замкнутой воздушной прослойки.



*Рисунок 1.1 – Расчетная схема стены*

Требуемое сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций определяем по фор-

муле:

*R тр*  *n*  *tв*  *tн*  , (1.3)

0 *t н* 

*в*

где n – коэффициент, принимаемый в зависимости от положения наружной поверхности ограж- дающей конструкции по отношению к наружному воздуху, по таблице 3; *tв*  расчетная температура внутреннего воздуха, С;

0

*tн*  расчетная зимняя температура наружного воздуха, С, равная средней температуре наиболее

холодной пятидневки обеспеченностью 0,92; по приложению А;

*t н*  нормативный температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции, принимаемый по таблице 2;

*в*  коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности конструкции, принимаемый по таблице 4.

*R тр*  *n*  *tв*  *tн*   1 20   31  1,3 *м* 2  *С* 0 / *Вт*

0 *t н*   4,5  8,7

*в*

Градусо-сутки отопительного периода (ГСОП) следует определять по формуле:

*ГСОП*  *t*  *t*  *Z* , (1.4)

*в от*.*пер от*.*пер*

0

где *tот*.*пер*  средняя температура отопительного периода, С;

*Zот*.*пер* продолжительность отопительного периода.

*ГСОП*  *t*  *t*  *Z*  20   6,3 202  5312,6 *С* 0  *сут*

*в от*.*пер от*.*пер*

*R*0  2,83 *м*  *С* / *Вт*

*пр* 2 0

    *Rпр*  1  1   2  1   0,045 2,83 1  0,015  0,4  1   0,03 *м*

3 3  *о*       8,7 0,76 0,2 23

 *в* 1 2 *н*   

Расчет сведен в таблицу 1.3.

*Таблица 1.3 – Теплотехнический расчет стенового ограждения*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование, ед. изм. | Усл. обозн. | Значение | | |
| 1 | 2 | 3 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Расчетная температура  внутреннего воздуха, Со | tВ | +20 | +20 | +20 |
| Расчетная зимняя температура  холодной пятидневки, Со | tН5 | - 31 | - 31 | - 31 |
| Нормируемый температурный перепад, Со | tН | 4,5 | 4,5 | 4,5 |
| Коэффициент теплоотдачи, *Вт* / *м*2  *Со* | В | 8,7 | 8,7 | 8,7 |
| Коэффициент теплоотдачи для зимних условий,  *Вт* / *м*2  *Со* | Н | 23 | 23 | 23 |
| Толщина слоя, м |  | 0,015 | 0,4 | х |
| Расчетный коэффициент теплопроводимости при условии  эксплуатации А, *Вт* / *м*2  *Со* |  | 0,76 | 0,045 | 0,2 |
| Средняя температура отопительного периода,Со | tОП | - 6,3 | - 6,3 | - 6,3 |
| Продолжительность  отопительного периода, сут. | ОП | 202 | 202 | 202 |
| Требуемое сопротивление  теплопередачи *Rтр*  *tВ*  *tН* 5 , *м*2*СО* / *Вт*  0 *t*   *Н В* | *RТР*  0 | 1,3 | 1,3 | 1,3 |
|  |
|  |  |  |  |  |
| Градусо-сутки отопительного периода  *ГСОП*  (*t*  *t* ) ,*С* 0*сут*.  *В ОП ОП* | ГСОП | 5312,6 | 5312,6 | 5312,6 |
| Прив. сопр. теплопередачи *м*2*С* 0 / *Вт* | *RТР*  0 | 2,83 | 2,83 | - |
| Толщина слоя, м      *R ПР*  1  1  1   2   3 3  0        *В Н* 1 2  |  |  |  | 0,03 |

Толщину утеплителя принимаю 100 мм.

# **2.Строительные конструкции**

23

Строительные конструкции

2.1 Расчет плиты

Расчет плит ы армирован ной стальным профилированным листом выполняется по двум пре дельным состояниям: по прочности и по деформации.

Граничное значение относительной высоты с жатой зоны сечения плиты находят по фор муле 2.32:

 ( 2.32)



где ω =0,85-0,008∙Rb=0,85-0,008∙22=0,674.

Граничное значение высот ы сжатой зоны бетона вычисляем по фор муле 2.33:

 ( 2.32)



Из условия 2.34:

, ( 2.34)

следует, что нейтральная ос ь находится в предел ах толщины полки плиты и не пересекает стенок профилированного наст ила, следовательно высоту сжато й зоны определим из условия:

, см.

Проверяем прочность наст ила в расчет ном сечении по формуле 2.35:



Где:



- условие выполняется, следовательно, прочность сечения обеспечена,

- момент воспринимаемы профилированным настилом.

Прочность сечений, наклонных к продольной ос и плиты перекрытия, рассчитывают на действие поперечной силы. Угол наклонной трещины принимается равным 45° к горизонтальной оси. При этом должны соблюдаться условия:



Условие выполняется



Условие выполняется.

где 0,17Rnhn2t - поперечное усилие, воспринимаемое стенками настила в одном гофре; Qb - поперечное усилие, воспринимаемое бетоном; φw1 и φb1 - коэффициенты, принимаемые по СНиП 2.03.01-84;  - сумма поперечных усилий, воспринимаемых поперечными стержнями, пересекающими наклонное сечение (16Ø A-III с As=2,011 см2).

Поперечное усилие Qb, воспринимаемое бетоном, определяют по фор муле 2.36:

 (2.36)



где φb2(1+ φf+ φn) - коэффициенты, принимаемые по СНиП 2.03.01-84, в водимые при наличии по перечной арматуры.

Все условия выполняются, следовательно, прочность по перечной силе достаточна.

2.2.3.2 Расчет прочности анкеровки

Определяем со противление анкеровки настила сдвигу на его концах, принимая меньшее из условий:

Вычисляем усилие сдвиг а, воспринимаемое вертикальным анкерным стер жнем, формула 2. 37:

 кН, ( 2.37)



где коэффициент k1=0,8 (учитывается совместная работа плит ы с балкой).

Находим численное значение коэффициента k, формула 2. 38:

 ( 2.38)



Рассчитываем усилие вырывания настила вокруг анкера (для крайнего про лета СПН), формула 2. 39:

 кН. ( 2.39)



Длину площадки вырывания СПН в нашем случае, формула 2.40:

i’an=a1+a2+ba+3d (2.40)

i’an =4+6.7+38+3∙2.2=21.1 см.

Находим усилие разрыва СПН в зоне приварки анкера, формула 2.41:

 кН. ( 2.40)



Для дальнейших расчетов принимаем меньшее из усилий: Таn1, Таn2, Таn3, т.е. Таn2=464,2 кН.

Определяем усилие сдвиг а, воспринимаемое бетоном рифов, формула 2.41:

 кН, ( 2.41)

где Arif=1 см2.

 кН

Число рифов на двух стенках одного гофр а от конца настила до расчетного сечения:

в середине про лета, формула 2.4 2:

 ( 2.42)

 риф;

в четверти про лета, формула 2.4 3:

 ( 2.43)

рифов.

где s’ - расстояние между осями рифов.

Усилие сдвига, воспринимаемое бетоном рифов в чет верти пролет а равно:

Trif=0,5·22·1·50=505 кН.

Определяем расстояние zn от равнодействующей усилия сжатия в бетоне до равнодействующей усилия растяжения в профилированном настиле. Для этого вычисляем высоту с жатой зоны x, формула 2.44:

 ( 2.44)

см.

Таким образом, формула 2.45:

 ( 2.45)

 см.

Проверяем прочность анкеровки по наибольшему моменту в сере дине пролет а и по моменту в четверти пролета, формулы 2.46:

 ( 2.46)

;

.

Следовательно, прочность анкеровки обеспечена.

2.2.3.3 Расчет прогиба плиты перекрытия

Прогиб плит ы перекрытия рассчитывают по фор муле 2.47:

. ( 2.47)

Расчет ведется для приведенного сечения.

Коэффициент приведения находим по фор муле 2.48:

αn =En/Eb (2.48)

αn =2,1·105/23·103=9,13.

Приведенная п лощадь стального профилированного настила, формула 2.4 9:

Ared=Anαn (2.49)

Ared =4,17·9,13=38,781 см2.

Статический момент приведенного сечения настил а относительно крайне й сжатой грани плиты равен, формула 2.50:

Sred=Ared(yc+hf) (2.50)

Sred =38,781(6,29+10)=631,74 см3.

Определяем расстояние центра тяжести приведенного сечения плиты от крайней сжато й грани бетона, формула 2.51:

 ( 2.51)

 см

Вычисляем момент инерции приведенного сечения Ired без учета бетона растянуто й зоны, формула 2.5 2:

 ( 2.52)



Кривизну 1/r от действия длительных нагрузок без учет а собственной массы п литы определяем по фор муле 2.53:

 ( 2.53)





Дополнительную кривизну 1/radd, обусловленную податливостью анкерных связей, рассчитываем по фор муле 2.54:

 (2.54)



Значение коэффициента жест кости анкер а вычисляем по формуле 2.55:

εa=0,15∙паn ∙d∙Eb (2.55)

εa =0,15·2·2,2·23·103=1518 кН/с м.

Определяем сдвиг настила относительно бетон а, формула 2.56:

 ( 2.56)



Где х определяется по фор муле 2.57:

 ( 2.57)



Рассчитываем дополнительный прогиб п литы, формула 2.58:

 ( 2.58)



Таким образом, полный про гиб плиты, формула 2.5 9:

 ( 2.59)



Условие выполняется, следователь но, жесткость плиты обеспечена.

2.3 Расчет комбинированной балки

Максимальный изгибающий момент в про лете комбинированной балки Mspan= 43564,4 Н·м.

Ширину полки комбинированной балки bh согласно указаниям п. 3.16 СНиП 2.03.01-84 принимаем равной 20 см.

По формуле 2.60 находим про дольную силу T:

 ( 2.60)

Здесь v - расстояние между центром тяжести прогона и полки плиты, формула 2.61:

 ( 2.61)



 ( 2.62)



 ( 2.63)



где Ars - площадь полки плиты, с м2.

Значение kt находим по таблице, оно зависит от λi

Величину λ вычисляем по фор муле 2.64:

 ( 2.64)

где εw - погонный коэффициент жест кости, равный, формула 2.65:

 ( 2.65)

Коэффициент жест кости вертикального анкера на сдвиг определяем по фор муле 2.66:

εa=kadEb (2.66)

εa =0,13·2,2·0,27·105=0,077·105 МПа·см2.

Следовательно,

εw=(0,077·105·2)/20=0,0077·105 МПа,

откуда:



λ∙l=0,0056·600=3,36.

Значение коэффициента kt по таблице принимается равным 0,55. Таким образом, продольная сдвигающая сила Т составляет:



Определяем с двигающее усилие Т1, приходящееся на крайнюю анкерную связь.

Опорная ре акция, формула 2.66:

 ( 2.66)



В зависимости от λi по таблице находим значение коэффициента kτ=0,435.

Сдвигающее усилие T1 рассчитываем по фор муле 2.67:

 ( 2.67)



Прочность анкерной связи прогон а с плитой считается обеспеченной при соблюдении условия Т1≤Tаn. При этом Tаn принимается меньшей из трех величин: T’аn, Tb, Tb1.

Определяем величину несу щей способности связи по анкерам T’аn по формуле 2.68:

T’an=mpkpRsaAannan. ( 2.68)

Коэффициент kp находим по фор муле 2.69:

 ( 2.69)



Сдвигающее усилие:

T’an=0,8·0,388·365·2,2·2=498,5 кН.

Находим величину несущей способности связи по выкалыванию бетона вокруг анкерных стер жней, формула 2.70:

Tb=1,7RbtAc. ( 2.70)

Здесь Аc определяем по фор муле 2.71:

Аc=b’(аo+2ha)-hn(b’-b), ( 2.71)

где b’=20-5=15 с м.

Откуда

Ас=15(7+2·18)-11,4(14-10,4)=603,96 см2.

Следовательно:

Tb=1,7·603,96·1,4=1437,43 кН.

Вычисляем величину несущей способности с вязи по срезу бетона стержня ми вдоль про гона, формула 2.7 2:

Tb=RbtA’cn. ( 2.72)

Здесь n=2; А’с - площадь сечения плиты по ширине одного кофра настила, определяемая по фор муле 2.73:

Ac=bfhf+0,5(b+b’)hn ( 2.73)

Ac =20·10+0,5(14+10,4)11,4=339,08 см2.

Таким образом

Тb1=1,4·339,08·2=949,424 кН.

Следовательно, меньшая из трех величин

Tan=T’an=498.5 кН > T1 = 116,01 кН.

Так как Тan>T1, то дополнительное усиление анкеровки плиты по концам балок предусматривать нет необходимости.

2.4 Расчет монолитной колонны

Материалы д ля колонны: бетон класса В15, Rb=8.5 МПа, арматура класс а A-II, Rsс=280 МПа.

2.4.1 Сбор нагрузок

Определение про дольных си л от расчетных нагрузок

Грузовая площадь средней колонны при про лете 6х6=36 м2. Сбор нагрузок на колон ну сведен в таблицу 2.4 : Сбор нагрузок на колон ну.

Таблица 2.4 - Сбор нагрузок на колон ну

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Вид нагрузки | Нормат-ые  нагрузки Н/ м2 | К-нт над-сти  по наз-нию | Расчетные нагрузки Н/ м2 |
| 1) От покрытия:  Гравийная защита – 20 м м  4-х слойный рулонный ко вер  Цементная стяжка 30 мм ρ= 2000  Утеплитель пенобетон ρ=500 t=200 мм  Пароизоляция, 2 слоя пергамина 40х2  Выравнивающая стяжка 20 мм  Плита покрытия, 6х1,5  Приведенная нагрузка от ригеля  Снеговая нагрузка  Итого по покрытию | 400  160  600  1000  80  400  2800  625  560  6625 | 1.3  1,2  1,3  1,2  1,3  1,2  1,1  1,1  1,2  -- | 520  192  780  1200  104  480  3080  688  80  7844 |
| 2) От перекрытие 2-го этажа:  Вес настила  Вес свежеуложенной бетонной смеси;  Монтажная н агрузка  Нагрузка от обору дования боу линга (длите льная нагруз ка)  Итого по пере крытию 2-го эт ажа | 172  3500  500  --  4172 | 1,05  1,1  1,3  --  -- | 180,6  3850  650  5000  9681 |
| 3) Собст. вес колонны (0,3х0, 3х8,6) | 2025 | 1,2 | 2430 |
| Итого полная нагрузка на колон ну у обрез а фундамент а | 12822 | -- | 19955 |

Полная нагрузка на колонну, формула 2.74:

 ( 2.74)



2.4.2 Определяем площади сечения арматуры S и S’

2.4.2.1 Расчет:

h0 = 300 32 = 268 мм.

Так как 4 < l0/h = 4,8/0,3=8,5 < 10, расчет про изводим с учетом прогиба элемента.

Предположим, что μ, удельная п лощадь армирования, μ≤ 0,025, значение Ncr определим по у прощенной фор муле 2.75:

 ( 2.75)



Где:

Ncr – критическая нагрузка на колонну кН ;

А – площадь сечения м м2;

Eb – модуль упругости бетона, МПа.

Коэффициент η вычислим по фор муле 2.76:

 ( 2.76)



Значение e с учетом прогиба элемента, формула 2.77:

 ( 2.77)



Требуемую площадь сечения арматур ы S’ и S определим по фор мулам 2.78, 2.7 9:

 ( 2.78)



Где:

A’s- площадь арматуры в с жатой зоне, м м2;

Rsc – расчетное со противление арматуры, МП а.

Конструктивно принимаем вспомогательную арматуру 2 Ш 1 2 А-III A’s = 230 мм2

 (2.79)



Где:

As – площадь по перечного сечения рабоче й продольно й арматуры, м м2;

Rs – расчетное со противление арматуры, МП а;

Поскольку



значения Аs и A’s не уточняем.

Принимаем  = 230 мм2 ( 2 ∅ 12) A-III, Аs = 2470 мм 2 (4 ∅ 28 ) A-III. ( 2.81)

Назначаем d и S постановки поперечных стержне й

dsw≥ 0,25 ds;

dsw= 0,25· 28 = 8 мм.

принимаем поперечную, арматуру ш 8 м м A-I,

Принимаем по перечное армирование вязаными хомутами.

S ≤ 15ds;

S ≤ 15 ∙ 28 = 4 20 мм, принимаем S = 400 м м.

Конструирование колонны

Размеры сечения колонн следует принимать не менее 250 мм, и они назначаются кратными 50 мм при размер ах сторон сечения до 500 мм кратным 100 мм при размер ах стороны сечения больше 500 мм.

Требования к материалам д ля колонн следующее:

Бетон обычно принимается класса ≥ В 20; для тяжело нагруженных колонн – не менее В30;

Рабочая арматура принимается классов А- I I, А – III, диаметрами от 1 2 до 40 мм, оптимально 16-25 мм;

Поперечная арматура назначается из классов А- I, А – III и Вр I, диаметром dsw ≥0,25; шаг поперечных стержне й не более s≤20ds , где ds – меньший диаметр про дольной арматуры.

Правила установки арматуры в колонны и проектирование каркасов:

Стержни про дольной арматуры рас полагаются у граней колонны с защитным слоем бетона не менее 20 мм и не менее 15 мм и не менее ее диаметра;

Для свобод ной укладки в формы концы продольной арматур ы не должны доходить до грани торца колонны на 10 мм при ее длине до 9 м и на 15 мм при длине до 1 2м. При это м, если в о головке колонны предусмотрена закладная деталь для опирания вышележащих конструкции, то про дольный стержень арматур ы должен не доходить до этой закладной детали не менее чем на 10 мм;

При сечении колонны до 400\*400 мм можно ставить 4 стержня продольной арматур ы, располагая по углам колонны, при больших размерах сечения расстояние между осями продольных стержней не должны превышать 400 мм;

плоские арматурные каркасы пере д постанов кой в опалубку объединяются в пространственные каркасы при по мощи соединительных стер жней.

Схема армирования коло н показана н а рисунке 2. 2.

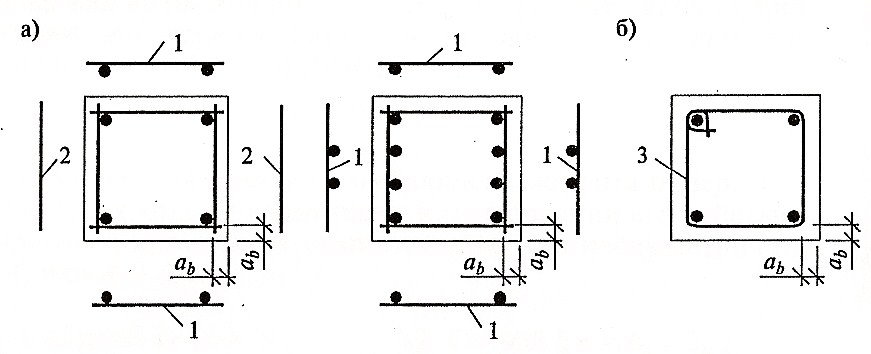


Рисунок 2. 2 -Армирование колонн

а) сварным и каркасам и; б) вязанными каркасами; 1- каркасы; 2 – соединительные стер жни; 3 – хомуты; аb – защитный слой бетона про дольной арматуры

Постановка по перечных стер жней в каркасах показана н а рисунке 2. 3.

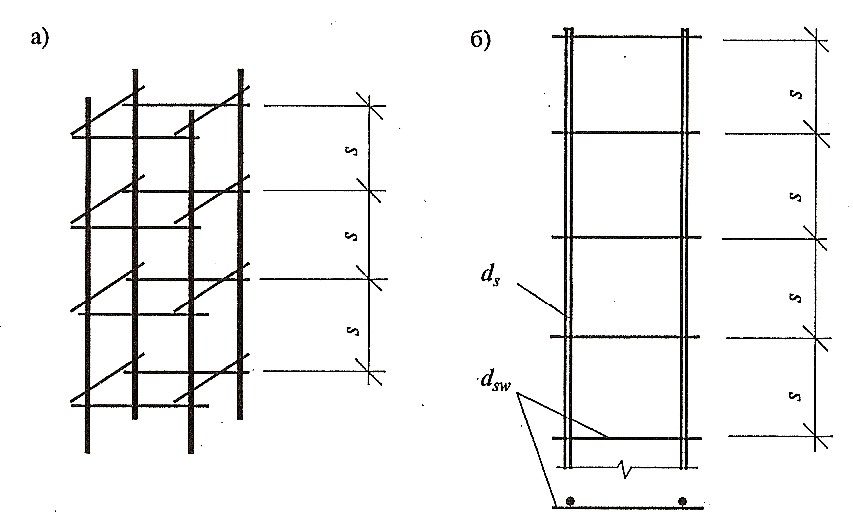


Рисунок 2. 3 - Постановка по перечных стержней в каркасах

а) объемны й каркас; б) плоский каркас; ds – диаметр продольных стержней арматуры; dsw – диаметр поперечных стержней; S – шаг поперечных стержне й

Испытывая сжатие при работе в стадии эксплуатации, сборные железобетонные колонны при транспортировании и монтаже работа ют на изгиб. Это учитывается расчетами н а монтажные и транспортные нагрузки, при выполнении которых к колоннам прикладывается нагрузка от ее собственного вес а с учетом коэффициентов динамичности.

2.4.3 Расчет колонны у обреза фундамента

Рассчитываем колонну на уро вне обреза фундамента, при этом полученные результаты расчетов из конструктивных соображений примем их по все й длине колонны.

Задаемся сечением колонны: 0,3х0, 3 м на протяжении все й колонны. Предварительно вычисляем от ношение 2.80:

 ( 2.80)

Расчетная длина колон ы с учетом ее защемления в стакане фундамента определяется по фор муле 2.81:

 ( 2.81)



Следовательно необходимо учитывать по гиб колонны.

Случайный эксцентриситет принимаем большим из значений:







следовательно, принимаем эксцентриситет равный 1 см.

Гибкость колонны, формула 2.8 2:

 ( 2.82)



Т. к. , см, то расчет продольной арматуры можно выполнить по фор муле 2.83:

 ( 2.83)

Задаемся первоначальным коэффициентом армирования μ=0,05 (0,5%) и вычисляем величину  по формуле 2.84:

 ( 2.84)



При  и коэффициенты по таблице определятся:  исходя из этого, рассчитываем по фор муле 2.85:

 ( 2.85)



Требуемая п лощадь сечения арматур ы, формула 2.86:

, (2.86)

Принимаем арматуру 4∅12 A-II c As=4.52 см2.



Фактическая несущая способность сечения равна, формула 2.87:

 ( 2.87)



Поперечная арматура принята диаметром 6, класс а А-I с шагом 200 мм < 20∙ds=20∙12=240 м м.

2.4.4 Расчет консоли колонны

Опорное давление риге ля Q = 9,681∙6∙6= 348,16 кН; бетон класса В15 , арматура класса АI.

Принимаем длину опорно й площадки l = 20 см при ширине ригеля bbm = 30 см и проверяем условие 2.88:

 ( 2.88)

< Rb= 8,5 МПа

Вылет консоли с учетом зазора с = 5 с м составит, формула 2.8 9:

l1 = l + с (2.89)

l1 = 20 + 5 = 25 с м,

при этом, расстояние вычисляем по фор муле 2.90:

 ( 2.90)



Высоту сечения консоли у грани колонны принимаем равной: при угле наклона сжатой грани γ = 45º высота консоли у свободного края: h1 = 50 – 25 = 25 с м, при этом h1 = 25 см = h/2 = 50/2 = 25.

Рабочая высот а сечения консоли, формула 2. 91:

h0 = h – а = 50 – 3 = 47 с м. (2.91)

Поскольку l1 = 25 см < 0,9 h0 = 0,9·47 = 4 2,3 см, консоль короткая.

Консоль армируют горизонтальными хомутам и ∅6 A-I с Asw = 2·0,282 = 0,564 с м2, с шагом s=10 см и отгибами 2∅16 A-I с As = 4,02 см2.

Проверяем высоту сечения короткой консоли в опорном сечении по условиям 2.92-2. 95:

 ( 2.92)

 ( 2.93)  (2.94)

 ( 2.95)

при этом:



правая часть условия принимается не более



Следовательно, Q = 348,16 к Н < Q = 829,08 к Н – прочность обеспечена.

Изгибающий момент консоли у грани колонны: М = Q·а = 2930,15=43,95кНм

Изгибающий момент у грани колонны, при ζ = 0,9, формула 2. 96:

 ( 2.96)

принято 2∅14 А-I с Аs = 3,08 см2.

Схема Фрагмента монолитной колонны и балки показана н а рисунке 2.4.

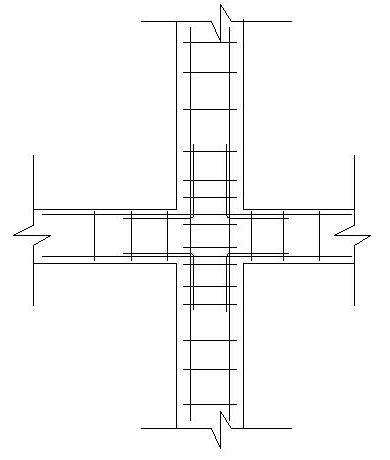


Рисунок 2.4 - Фрагмент монолитной колонны и балки

**3.Основания и фундаменты**

28

Основания и фундаменты

## **3.1 Инженерно-геологические изыскания**

Начало работы:

Район строительства: г. Томск

*Таблица 3.1 Данные инженерно- геологических изысканий*

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № скв | Отм. устья скв., м | УГВ, м | Мощности слоев грунтов, м | | | |
| 1 слой | 2 | 3 | 4 | |
| С-1 | 138,11 | 132,71 | 1,30 | 1,27 | 2,83 | Не уст. | |
| С-2 | 140,32 | 132,51 | 1,00 | 1,16 | 2,77 | Не уст. | |
| С-3 | 140,51 | 132,31 | 1,30 | 1,38 | 2,59 | Не уст. | |
| С-4 | 137,94 | 132,34 | 1,00 | 1,21 | 2,65 | Не уст. | |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Таблица 3.а.2.2. Физико-механические свойства грунтов. | | | | | | | | | |
| № сло я | Тип грун- та | Удель- ный вес грунта γ, г/см3 | Угол внутрен- него трения  φ, град. | Удель- ное сцеп- ле-ние  с, кПа | Модуль дефор- мации слоя Е,  МПа | Коэфици- ент пори- стос-ти е,  % | Пока- затель теку- чести IL | Число плас- тич- ности Ip |
| 1 | суглинок | 1,96 | 23 | 28 | 19 | 0,7 | 0,04 | 15 |
| 2 | глина | 2,03 | 13 | 49 | 28 | 0,618 | 0 | 19 |
| 3 | глина | 1,75 | 16 | 24 | 20 | 0,853 | 0 | 19 |
| 4 | глина | 2,03 | 13 | 49 | 28 | 0,618 | 0 | 19 |

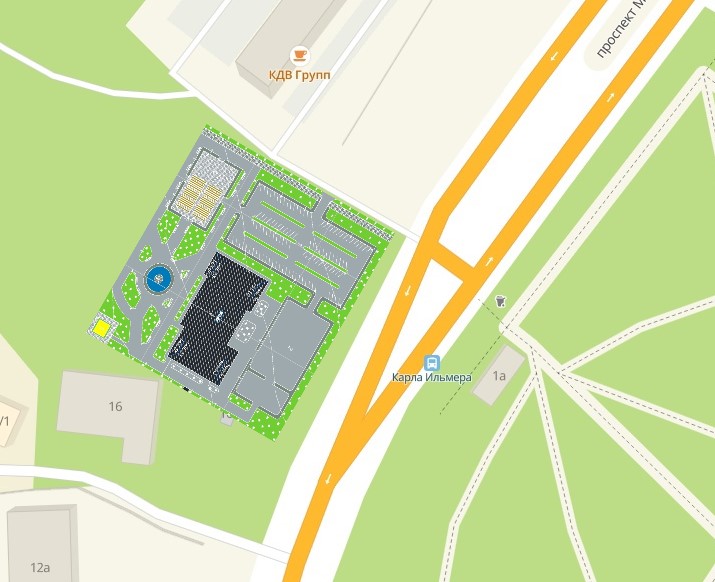
### **3.1.1 Определение физико-механических характеристик грунта**

1. Плотность сухого грунта:
2. Коэффициент пористости:
3. Степень влажности:
4. Удельное сцепление - cn, [МПа]
5. Модуль деформации – Е, [МПа]
6. Расчетное сопротивление грунта - R0, [кПа]
7. Угол внутреннего трения - φn, [град]
8. Удельный вес грунта с учетом взвешенного состояния воды
9. Число пластичности (для глинистых грунтов)

Ip = WL − WP

1. Показатель консистенции
2. Удельный вес грунта γ = ρ · g , [кН/м3] Удельный вес твердых частиц γd = ρd · g , [кН/м3]

Удельный вес сухого грунта γs = ρs · g, [кН/м3], где g = 9,8 м/с2- ускорение свободного падения.



*Рис. 3.1- Ситуационный план здания*

**3.а.3. Общее геологическое заключение**

1. Рельеф участка пологий водораздельный склон с общим уклоном на се веро-запад.
2. Способ залегания грунтов – послойный с линзовидными прослоями.
3. По ГОСТ 25100-2011 «Грунты. Классификация» и результатам инженерно-геологических изысканий можно выделить:

1 слой – суглинок тяжелый, пылеватый, полутвердый;

2 слой – глина легкая, пылеватая, твердая;

3 слой – глина легкая, пылеватая, твердая;

4 слой – глина легкая, пылеватая, твердая.

1. Водоносный слой – №2, №3, №4.
2. Средняя глубина залегания грунтовых вод: 7,8-8,2 м в верхней части склона и 5,4-5,6 м в нижней части склона.
3. В пределах изученных глубин (до 5,0-20,0 м), в геологическом строении участка работ принимают участие элювиальные образования верхнепермской системы (е Р2), элювиально-делювиальные (ed II-IV) отложения, перекрытые с поверхности почвенно-растительным слоем (b IV), на отдельных участках техногенными отложениями (t IV).

**3.а.4. Определение глубины заложения подошвы фундамента**

Нормативная глубина промерзания определяется по формуле из СниП 2.02.01 – 83\*:

dfn = d0, (3.1.4.1)

где Mt = 34,6 – коэффициент, равный сумме абсолютных значений средне- месячных отрицательных температур за зиму в данном районе;

d0 – величина, принимаемая в зависимости от типа грунта, определяется по таблице 1 СниП 2.02.01-83\*, для суглинков и глин равна 0,23 м.

Получаем dfn = 0,23 = 1,36 м.

Расчетная глубина сезонного промерзания определяется по формуле СниП

2.02.01 – 83\*:

df = kh · dfn, (3.1.4.2)

где kh – коэффициент, учитывающий тепловое влияние здания.

В данном случае здание с подвалом с tB = 20°C, следовательно, по таблице 5.2 СниП 2.02.01 – 83 kh = 0,4.

Тогда df = 0,4·1,36 = 0,54 м.

**3.а.5. Расчет фундамента**

Проектируем монолитные ж/б фундаменты столбчатого типа под колонны. Поперечное сечение сборной колонны каркаса 400х400 мм.

За относительную отметку 0.000 принят уровень чистого пола первого эта- жа, что соответствует абсолютной отметке 139,00.

Отметка пола подвала -3,300.

Толщина плит перекрытия подвала 150 мм.

**3.а.5.1. Сбор нагрузок на фундамент**

Расчёты оснований и фундаментов выполняются по двум группам предельных состояний (по деформациям и несущей способности). Определяются нормативные и расчетные нагрузки. Расчётные нагрузки определяются по зависимости: qр = qн·γf, где γf – коэффициент надёжности по нагрузке, qн – нормативная нагрузка.

Наибольшая нагрузка будет приходится на тот фундамент, у которого наибольшая грузовая площадь. Фундамент с наибольшей грузовой площадью S = ((7,2+6)/2)\*((7,2+3)/2) = 33,66 м2 находится в осях Д/5.

Таблица 3.а.5.1.1. Сбор нагрузок на фундамент под стены лестничной клетки.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Вид нагрузки | Норм.  нагрузка qн, кН/м2 | К-т надеж- ности γf | Расч.  нагрузка qр, кН/м2 |
| 1. | Нагрузка от покрытия: Постоянная нагрузка   1. Logicroof ПВХ мембрана 1,2 мм 2. Утеплитель Полиспен δ = 0,15 м; ρ = 0,35 кН/м3 3. Цементно-песчаная стяжка δ = 0,04 м; ρ   = 18 кН/м3   1. Гравий керамзитовый δ = 0,27 м; ρ = 6 кН/м3 2. Сборная ж/б плита δ = 0,22 м | 0,0016  0,053  0,720  1,620  3,200 | 1,2  1,2  1,1  1,3  1,1 | 0,002  0,064  0,792  2,106  3,520 |
|  | Временная нагрузка:  Снеговая нагрузка | 2,500 | 1,4 | 3,500 |
|  | Итого: | Σ8,095 |  | Σ9,984 |
| 2. | Нагрузка от перекрытия 5, 4, 3, 2, 1 эта- жей:  Постоянная нагрузка   1. Керомогранитные плиты: δ = 0,018 м; ρ   = 24 кН/м3   1. Наливной пол: δ = 0,012 м; γ = 18 кН/м3 2. Цементно-песчаная стяжка: δ = 0,05 м; ρ = 18 кН/м3 3. Сборная ж/б плита δ = 0,22 м Временная нагрузка:   Вес людей | 0,432  0,216  0,900  3,200  4,000 | 1,1  1,1  1,1  1,1  1,2 | 0,475  0,238  0,990  3,520  4,800 |
|  | Итого: | Σ8,748 |  | Σ10,023 |
| 3. | Нагрузка от пола подвала: Постоянная нагрузка   1. Наливной пол: δ = 0,020 м; γ = 18 кН/м3 2. Цементно-песчаная стяжка: δ = 0,05 м; ρ   = 18 кН/м3   1. Монолитная ж/б плита δ = 0,15 м; ρ = 24 кН/м3   Временная нагрузка:  Вес людей | 0,360  0,900  3,600  2,000 | 1,1  1,1  1,1  1,2 | 0,396  0,990  3,960  2,400 |
|  | Итого: | Σ6,860 |  | Σ7,746 |
|  | Всего: | Σ58,695 |  | Σ67,845 |

Вес сборных конструкций:

1. Колонна 1,2 этажей и подвала - 12,3 кН;
2. Перегородка 1,2 этажей и подвала (вес погонного метра) – Гипсовые плиты «КНАУФ» δ = 0,10 м - 1,1 кН/м2;

Ригель 1,2 этажей и подвала (вес погонного метра) - 4,2 кН/м. Расчетная нагрузка на фундамент вычисляется по следующей формуле:

Nр = qр\*S + G, (3.1.5.1.1)

где G – нагрузка от конструкций.

Nр = 67,845\*33,66 + 12,3\*6 + 1,1\*(3,3\*(7,2/2+7,2/2+6/2))\*6 + 4,2\*(7,2/2 + 7,2/2 + 6/2))\*6 = 2 836,66 кН.

**3.а.5.2. Определение размеров подошвы фундамента**

Глубина заложения подошвы фундамента с учетом глубины подвала (db), толщины пола подвала (hpp), высоты столбчатого фундамента (hf) находится как:

d = db + hpp + hf (м) (3.1.5.2.1) Высота фундамента hf определяется высотой стакана и фундаментной пли-

ты, состоящей из одной, двух или трех ступеней высотой не более 0,5 метра.

Принимаем:

* стакан Ф12.9-2 по серии 1.020-1/87 высотой 0,9 м;
* фундаментная плита из одной ступени 0,3 м. hf = 0,9 + 0,3 = 1,2 м.

Глубина подвала db = 3,300 м.

Следовательно, глубина заложения подошвы фундамента:

d = db + hрр + hf = 3,3 + 0,15 + 1,2 = 4,65 м (134,35 м – абсолютная отметка).

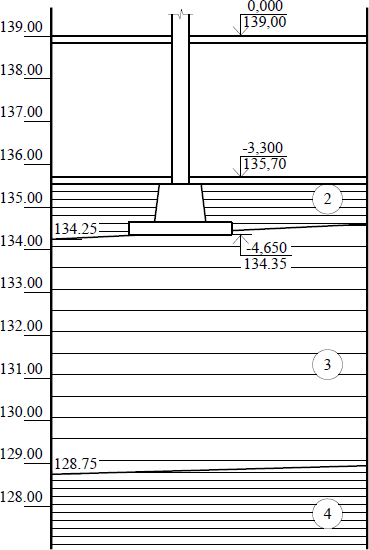


Рис.3.а.5.2.1. Схема расположения фундамента.

Предварительная площадь подошвы фундамента определяется по формуле:

A = N/(R - γm\*d), (3.1.5.2.2)

где N – расчетная нагрузка на фундамент;

R = 275 кПа – расчетное сопротивление грунта основания, принимаем по таблице 3 приложения 3 СНиП 2.02.01-83\*;

γm = 20 кН/м3 – удельный вес материала фундамента. A = N/(R - γm\*d) = 2 836,66/(275 – 20\*4,65) = 15,59 м2.

Принимаем размеры квадратного в плане фундамента равными b =  =

= 3,95 м.

Расчетное сопротивление грунта основания R, кПа, определяется по форму-

ле:

R = γc1·γc2·(Mγ·kz·b·γII + Mq·d1· γ´II + (Mq-1)·db· γ´II + Mc·cII)/k (3.1.5.2.3) Расчетные данные для грунта под подошвой фундамента:

γc1 = 1,25 - коэффициент условия работы при IL ≤ 0,25;

γc2 = 1,08 - коэффициент условия работы, зависит от параметров здания;

k = 1 - коэффициент, принимаемый 1, если прочностные характеристики грунта (с и φ) определены непосредственными испытаниями;

Mγ = 0,36; Mq = 2,43; Mc = 4,99 – коэфиценты при φ = 16°; kz = 1 – при b < 10 м;

b = 3,95 м – ширина подошвы фундамента;

γII = (17,5·5,5+20,3·11,0)/(5,5+11,0) = 19,37 кН/м3 — расчетное значение удельного веса грунтов, залегающих ниже подошвы фундамента;

γ´II = (19,6·1,0+20,3·2,5)/(1,0+2,5) = 20,1 кН/м3 — то же, залегающих выше подошвы;

сII = 24 кПа — расчетное значение удельного сцепления грунта, залегающе- го непосредственно под подошвой фундамента;

db = 3,3 м — глубина подвала;

d1 = hs + hcf ·γcf/γ´II = 3,59 + 0,2·24/20,1 = 3,83 м,

где hs — толщина слоя грунта выше подошвы фундамента со стороны под-

вала;

hcf — толщина конструкции пола подвала, м;

γcf — расчетное значение удельного веса материала пола подвала, кН/м3.

R = 1,25·1,08·(0,36·1·3,95·19,37+2,43·3,83·20,1+(2,43-1)·3,3·20,1+4,99·24)/1

= 579,45 кПа.

Среднее давление по подошве фундамента определяется по формуле:

Рср = (Np+ΣGi + Gгр)/b·l, (3.1.5.2.4) где Np – расчетная нагрузка на фундамент;

ΣGi – вес конструкций (фундаментная плита, стакан под колонну); Gгр – вес грунта на свесах фундаментной плиты;

b – ширина подошвы фундамента; l – длина подошвы фундамента.

Pcр = (2836,66+0,2\*24\*3,95\*3,95+21+0,9\*20,3\*14,16)/3,95\*3,95 = 204,53

кН/м2;

Pcр = 204,53 кН/м2 < R = 579,45 кН/м2 – условие выполняется.

(R-Pcр)·100/R = (579,45-204,53)·100/579,45 = 64,7 % > 10 % - условие не вы-

полняется.

Уменьшаем ширину подошвы фундамента, принимаем b = 2,3 м и проводим повторный расчет.

R = 1,25·1,08·(0,36·1·2,30·19,37+2,43·3,83·20,1+(2,43-1)·3,3·20,1+4,99·24)/1

= 563,92 кПа;

Pcр = (2836,66+0,2\*24\*2,3\*2,3+21+0,9\*20,3\*3,85)/2,3\*2,3 = 558,30 кН/м2;

(R-Pcр)·100/R = (563,92-558,30)·100/563,92 = 1 % > 10 % - условие выпол-

няется.

Окончательно принимаем размеры подошвы фундамента bхl = 2,3x2,3 м.

**3.а.5.3. Расчет осадок фундамента методом послойного суммирования**

Осадка фундамента рассчитывается по формуле:

S = β·Σ(Gzpi·hi/Ei), (3.1.5.3.1) где Gzpi – среднее напряжение i-го элементарного слоя:

Gzpi = αi· Р0, (3.1.5.3.2)

где Р0 – давление по подошве фундамента без учета веса грунта:

Р0 = Рср - d·γ´II (2.1.5.3.3)

hi – толщина рассматриваемого слоя;

Ei – модуль деформации *i-*го слоя грунта. Р0 = 558,3 – 4,65·20,1 = 464,84 кПа.

Напряжения от собственного веса грунта на границах элементарных слоев находится по формуле:

Gzgi = Σhi·γi (3.1.5.3.4)

Осадку определяем до тех пор, пока Gzp < 0,2·Gzg, т.е. напряжения от внешней нагрузки не должны превышать 20% напряжений от собственного веса грунта.

Расчет осадки фундамента представлен в таблице 3.1.5.3.1.

Таблица 3.а.5.3.1. Суммарная осадка по фундаменту.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наимено- вание  грунта | z, м | h, см | b, м | ξ=2z/b | α | Pо, кПа | σzp=α\*Pо, кПа | σzg, кПа | 0,2\*σzg | E, кПа | Si, см |
| Глина | 0 | 0 | 2,3 | 0 | 1 | 464,84 | 464,84 | 24,36 | 4,87 | 20000 | 0,00 |
| 0,5 | 50 | 2,3 | 0,435 | 0,891 | 464,84 | 414,17 | 33,11 | 6,62 | 20000 | 0,83 |
| 1 | 50 | 2,3 | 0,870 | 0,783 | 464,84 | 363,97 | 50,61 | 10,12 | 20000 | 0,73 |
| 1,5 | 50 | 2,3 | 1,304 | 0,68 | 464,84 | 316,09 | 76,86 | 15,37 | 20000 | 0,63 |
| 2 | 50 | 2,3 | 1,739 | 0,597 | 464,84 | 277,51 | 111,86 | 22,37 | 20000 | 0,56 |
| 2,5 | 50 | 2,3 | 2,174 | 0,531 | 464,84 | 246,83 | 155,61 | 31,12 | 20000 | 0,49 |
| 3 | 50 | 2,3 | 2,609 | 0,479 | 464,84 | 222,66 | 208,11 | 41,62 | 20000 | 0,45 |
| 3,5 | 50 | 2,3 | 3,043 | 0,437 | 464,84 | 203,14 | 269,36 | 53,87 | 20000 | 0,41 |
| 4 | 50 | 2,3 | 3,478 | 0,403 | 464,84 | 187,33 | 339,36 | 67,87 | 20000 | 0,37 |
| 4,5 | 50 | 2,3 | 3,913 | 0,375 | 464,84 | 174,32 | 418,11 | 83,62 | 20000 | 0,35 |
| 5 | 50 | 2,3 | 4,348 | 0,353 | 464,84 | 164,09 | 505,61 | 101,12 | 20000 | 0,33 |
| 5,5 | 50 | 2,3 | 4,783 | 0,333 | 464,84 | 154,79 | 601,86 | 120,37 | 20000 | 0,31 |
| Глина | 6 | 50 | 2,3 | 5,217 | 0,316 | 464,84 | 146,89 | 612,01 | 122,40 | 28000 | 0,21 |
| 6,5 | 50 | 2,3 | 5,652 | 0,302 | 464,84 | 140,38 | 622,16 | 124,43 | 28000 | 0,20 |
| 7 | 50 | 2,3 | 6,087 | 0,29 | 464,84 | 134,80 | 632,31 | 126,46 | 28000 | 0,19 |
| 7,5 | 50 | 2,3 | 6,522 | 0,278 | 464,84 | 129,23 | 642,46 | 128,49 | 28000 | 0,18 |
| 8 | 50 | 2,3 | 6,957 | 0,269 | 464,84 | 125,04 | 652,61 | 130,52 | 28000 | 0,18 |
|  | | | | | | | | | | Итого | 1,95 |

S = 1,95 см < [Su] = 10 см – условие выполняется;

[Su] – предельно допустимая осадка, определяется по приложению Г СП 22.13330.2016.

Принимаем одиночный столбчатый фундамент со сборным стаканом Ф12.9- 2 по серии 1.020-1/87 и фундаментную плиту высотой 0,3 и размерами 2,3х2,3 м.