МИНОБРНАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова»

Институт строительства и архитектуры имени В.А. Шумилова

Кафедра «Строительные материалы, механизация и геотехника»

Курсовой проект защищен

с оценкой\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

дата\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**КУРСОВОЙ ПРОЕКТ**

по дисциплине «Основания и фундаменты»

на тему: «Проектирование фундаментов»

Вариант 15

Выполнил:

студент группы Б18-501-2 Я.И. Мамаев

Руководитель:

к.т.н., доцент каф. «СММиГ» И.А. Пудов

Рецензия:

Степень достижения поставленной цели работы\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Полнота разработки темы\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Уровень самостоятельности работы обучающегося\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Недостатки работы

Ижевск 2021

# 1. Исходные данные

## 1.1 Характеристика строительной площадки

Начало работы: август

Район строительства: г.Томск (2 этажа; с техническим этажом)

Таблица 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 2. Физические свойства грунтов строительной площадки

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 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 |

## 1.2 Краткая характеристика проектируемого объекта

Высота здания 14 м, с размерами в плане 67 х 42 м, количество этажей 2, высота этажа (от пола до потолка) - 3 м; имеется подвал - 3 м.

Конструктивная схема - бескаркасная, с поперечными несущими стенами с опиранием панелей перекрытий по двум сторонам.

Стены нару жные: выпо лнены из с иликатного к ирпича, с пе нополистиро льным утеп лителем то лщиной 120 м м и общей то лщиной сте ны 770 мм. Внутренняя отделка - высококачественная штукатурка толщиной 20 мм, фасад выполнен из керамогранитных плит по технологии «Вентилируемый фасад»;

Внутренние стены - кирпичные из полнотелого глиняного керамического кирпича М-75 толщиной 380 мм и внутренней отделкой из высококачественной штукатурки толщиной 20 мм; Перекрытия - сборные железобетонные панели с круглыми пустотами толщиной 220 мм типа 1ПК или 2ПК; Продольные стены с оконными проемами 1,4х1,2 м; Торцевые наружные стены -"глухие";

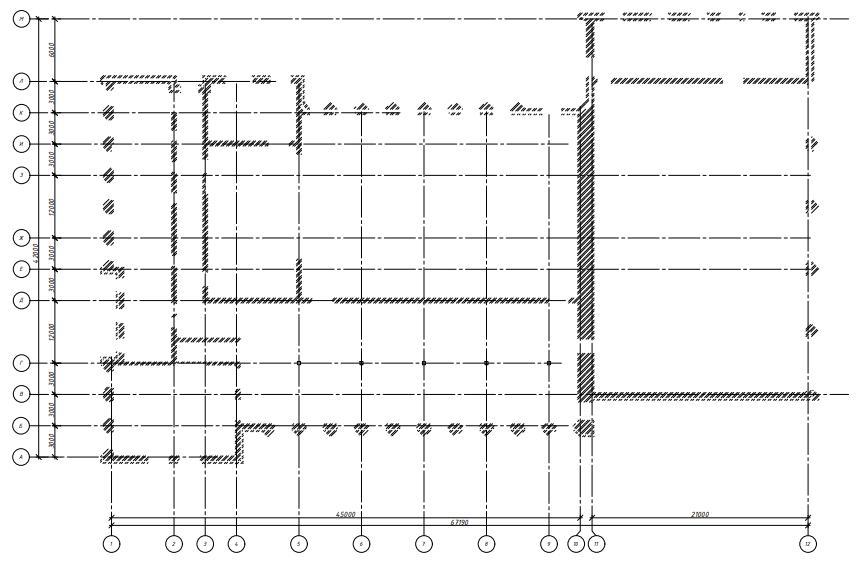


Рис. 1.1 Здание на проектирование

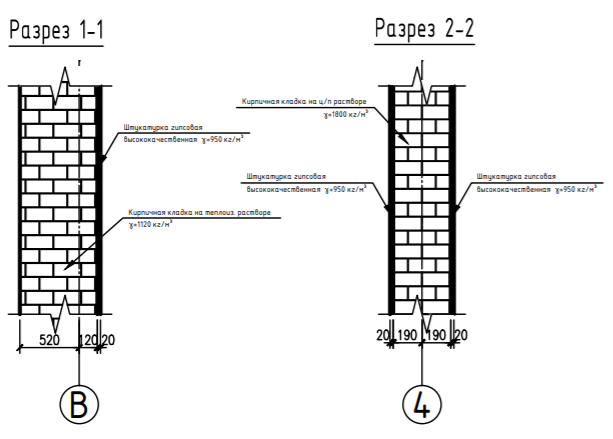


Рис 1.2 Разрез сены по линии 1-1 и 2-2

# 2. Инженерно-геологические изыскания

## 2.1 Определение физико-механических характеристик грунта

1. Плотность сухого грунта

2.Коэффициент пористости

3.Степень влажности

4.Модуль деформации – E, [МПа]

5.Удельное сцепление - , [МПа]

Угол внутреннего трения - , [град]

6.Расчетное сопротивление грунта - [кПа]

7.Удельный вес грунта с учетом взвешенного состояния воды

8.Число пластичности (для глинистых грунтов)

9.Показатель консистенции

10.Удельный вес грунта , [кН/]

Удельный вес твердых частиц, [кН/]

Удельный вес сухого грунта , [кН/], где g = 9,8 м/- ускорение свободного падения

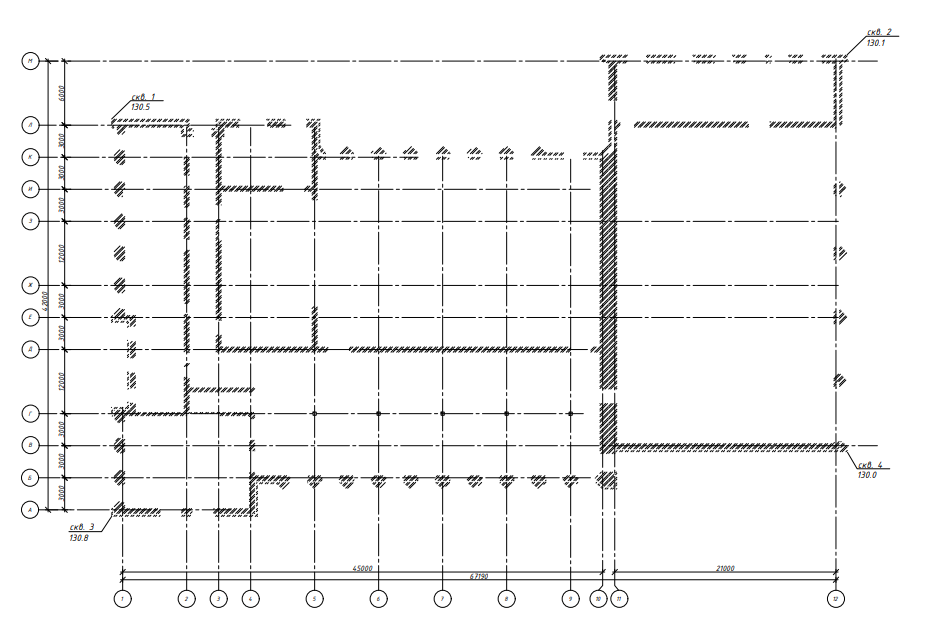
Таблица 3. Физико-механические свойства грунтов.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Характеристика грунта | Номер слоя | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Физические характеристики | | | | |
| Наименование грунта | Заторфованный грунт | Песок мелкий средней плотности водонасыщенный | Суглинок мягкопластичный | Глина полутвердая |
| Плотность грунта в природном состоянии , [т/м3] | 1,529 | 1,947 | 1,864 | 2,052 |
| Плотность частиц грунта , [т/м3] | 2,098 | 2,651 | 2,704 | 2,733 |
| Влажность грунта в природном состоянии | 0,421 | 0,234 | 0,289 | 0,269 |
| Плотность сухого грунта ρd [т/м³] | 1,076 | 1,578 | 1,446 | 1,617 |
| Коэффициент пористости, e | 0,95 | 0,68 | 0,87 | 0,69 |
| Степень влажности, Sr | 0,92 | 0,91 | 0,61 | 0,8 |
| Влажность на границе раскатывания | - | - | 0,229 | 0,211 |
| Влажность на границе текучести | - | - | 0,327 | 0,455 |
| Число пластичности, Ip | - | - | 0,09 | 0,244 |
| Показатель текучести, IL | - | - | 0,6 | 0,24 |
| Удельный вес грунта , ɣ [кН/м³] | 15,29 | 19,47 | 18,64 | 20,52 |
| Удельный вес твердый частиц грунта, ɣs [кН/м³] | 20,98 | 26,51 | 27,04 | 27,33 |
| Удельный вес сухого грунта, ɣd [кН/м³] | 10.76 | 15,78 | 14,46 | 16,17 |
| Удельный вес грунта с учетом взвешивающего действия воды, ɣsb [кН/м³] | 5,63 | 9,83 | 9,11 | 10,25 |
| Механические характеристики | | | | |
| Удельное сцепление, Сn [кПа] | - | 2 | 16 | 66 |
| Модуль деформации, E [МПа] | - | 26 | 25 | 25 |
| Угол внутреннего трения, ϕn, град | - | 31 | 16 | 20 |
| Расчетное сопротивление грунта R0, [кПа] | - | 200 | 130 | 420 |

## 2.2 Построение геологического плана

Hпл = = =130,35 (м)

Рис. 2.1 Ситуационный план здания



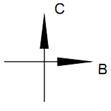




Рис. 2.2 Геологический разрез.

## 2.3 Заключение о площадке строительства

1. Рельеф местности – равнинный с уклоном с юго-западной стороны на восточную, максимальный уклон 3,3%.

2. Способ залегания грунтов – послойное, с выдержанным залеганием пластов.

3. По ГОСТ 25100-95 «Грунты. Классификация» и данных таблицы 1 , можно выделить:

Первый слой - заторфованный грунт.

Второй слой - Песок мелкий средней плотности водонасыщенный.

Третий слой - Суглинок мягкопластичный.

Четвертый слой – глина полутвердая.

Осложнение геологических условий вызвано тем, что в верхнем слое находятся грунтовые воды.

4. Водоносный слои – слой № 1, 2 –заторфованный грунт, песок водонасыщенный.

5. Слой водоупора – слой №3- суглинок мягкопластичный.

6. Грунтовые воды находятся в среднем на 1,28 м от поверхности земли, это выше глубины промерзания, поэтому для строительства данного объекта необходимо принять меры по водопонижению.

7. В целом данная площадка пригодна для строительства данного объекта. В качестве основания наиболее подходит слой №3: суглинок полутвердый, маловлажный.

# 3 Выбор глубины заложения подошвы фундамента

Нормативная глубина промерзания по формуле (2) СНиП 2.02.01-83\*:

dfh=do

-безразмерный коэффициент численно равный сумме абсолютных значений среднемесячных отрицательных температур за зиму в данном районе, принимается по СНиПу «Климатология и геофизика» = -11,5 (г.Томск)

do - величина связанная с типом грунта в основании

do=0,23 для суглинков

do=0,28 для супесей, мелких и пылеватых песков

do=0,30 для гравилистых песков, крупных и средних

do=0,34 для крупнообломочных грунтов

dfh=0,28\*= 0,95 (м).

Расчетная глубина сезонного промерзания df по формуле (3) СНиП 2.02.01-83\*:

df = kh\*dfh

Где kh - коэффициент, учитывающий влияние теплового режима сооружения, принимаемый kh=0,5 (с подвалом при 15°C) по таблице 1 СНиП 2.02.01-83\*; тогда

df = 0,5\*0,95=0,48(м)

Принимаем глубину заложения фундамента 2,5м

# 4 Сбор нагрузки на фундамент

Сбор нагрузок осуществляется по трем характерным сечениям (рис. 2.1.)

Сечение 1: S1= 3 м2

Сечение 2: S2= 2,1 м2

Сечение 3: S3= 6 м2

Сечение 4: S4= 4,2 м2

Сечение 5: S5= 0 м2– наружная самонесущая стена

Расчет снеговой нагрузки: г.Анадырь относится к V району снегового покрова. Полное нормативное значение снеговой нагрузки на горизонтальную проекцию покрытия:

S=Sg\*μ=3,2\*1=3,2 (кН/м2)

Sg=3,2кПа – расчетное значение веса снегового покрова на 1м2 горизонтальной поверхности земли V района.

μ=1 – коэффициент перехода от веса снегового покрова земли к снеговой нагрузки на покрытие плоской крыши.

**Таблица 4. Сбор нагрузок на 1 м2 перекрытий**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  п/п | Вид нагрузки |  |  | , кН/м2 | , кН/м2 |
| I | **Пол жилого этажа (кол-во 9 шт.), Плита покрытия (1 шт.)** | | | | |
| **1** | **Постоянные нагрузки** | | | | |
| 1.1 | Плита перекрытия многопустотная сборная 1ПК60.12 по ГОСТ 26434. lПК=6 м, bПК=1,2 м, **δПК=0,22 м**, mПК=2 т →  →**γПК**=2/(6⸱1,2⸱0,22) ⸱10=**12,62 кН/м 3**. Нагрузка на 1 м2при этом будет составлять **qн =δПК⸱ γПК=12,62 кН/м 3⸱0,22 м =2,7 кН/м2** (всего 10 шт.) | 1,2 | 1,0 | **32,4** | **27,0** |
| 1,2 | Плита перекрытия многопустотная сборная 1ПК60.12 по ГОСТ 26434. lПК=4,2 м, bПК=1,2 м, **δПК=0,22 м**, mПК=2 т →  →**γПК**=2/(4,2⸱1,2⸱0,22) ⸱10=**18,04кН/м 3**. Нагрузка на 1 м2при этом будет составлять **qн =δПК⸱ γПК=18,04 кН/м 3⸱0,22 м =3,97 кН/м2** (всего 10 шт.) | 1,2 | 1,0 | **47,6** | **39,7** |
| **2** | **Длительные временные нагрузки** | | | | |
| 2.1 | Керамзитобетон D800, **δКБ=0,07 м, γКБ=8,0 кН/м 3.**  Нагрузка на 1 м2при этом будет составлять  **qн =δКБ⸱ γКБ=8,0 кН/м 3⸱0,07 м =0,56 кН/м2 (**всего9 шт.**)** | 1,3 | 1,0 | **6,57** | **5,04** |
| 2.2 | Стяжка из ц/п раствора + разуклонка из ц/п раствора.  **δст=0,025 м, γст=22,5 кН/м 3.**  **qн =δст⸱ γст=22,5 кН/м 3⸱0,025 м =0,56 кН/м2** (всего 9 шт.)  **δраз=0,05 м, γраз=23 кН/м 3.**  **qн =δраз⸱ γраз=23 кН/м 3⸱0,05 м =1,15 кН/м2** (всего 1 шт.) | 1,1 | 1,0 | **6,81** | **6,19** |
| 2.3 | Нагрузки от веса перегородок (п. 8.2.2 СП20),  **qн =0,5 кН/м2** (всего 9 шт.) | 1,3 | 1,0 | **5,85** | **4,50** |
| 2.4 | Керамическая плитка  **δкп=0,02 м,. qн=25 кг/м2= 0,25кН/м2** (всего 9 шт.) | 1,2 | 1,0 | **2,70** | **2,25** |
| 2.5 | Пенобетон D400, **δПБ=0,3 м, γПБ=4,0 кН/м 3.**  Нагрузка на 1 м2 при этом будет составлять  **qн =δПБ⸱ γПБ=4,0 кН/м 3⸱0,3 м =1,2 кН/м2 (**всего1 шт.**)** | 1,3 | 1,0 | **1,56** | **1,20** |
| 2.6 | Гидроизоляция рулонная кровельная  **δги=0,018 м,. qн=18,7 кг/м2= 0,187 кН/м2** (всего 1 шт.) | 1,2 | 1,0 | **0,22** | **0,19** |
| **3** | **Кратковременные нагрузки** | | | | |
| 3.1 | Квартиры жилых зданий (п. 8.2.1 СП 20)  **qн=1,5 кН/м2**(всего 9 шт.)  **qн=0,75 кН/м2**(всего 1 шт.) | 1,3 | 1,0 | **18,53** | **14,25** |
| 3.2 | Вес от снегового покрова: раздел 10 СП20.  Снеговой район – «V», тип местности «В» при ze=40  S0=ce⸱ct⸱μ⸱Sg=0,76⸱1⸱1⸱2,0 кН/м2=1,52 кН/м2 (всего 1 шт.) | 1,4 | 1,0 | **2,13** | **1,52** |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  п/п | Вид нагрузки |  |  | , кН/п.м | , кН/п.м. |
| I | **Наружные стены несущие (на 1 п.м.)** | | | | |
| **1** | **Постоянные нагрузки** | | | | |
| 1.1 | Кирпичная кладка на ц/п растворе, **δНст=0,38 м**, **γНст**=**16,5 кН/м 3**. Нагрузка на 1 п.м. при этом будет составлять **qн =ННст⸱ δНст⸱ lНст⸱ γНст⸱ kпроем=29,2 м⸱0,38 м⸱1п.м. ⸱16,5 кН/м 3 ⸱0,9 =164,77 кН/п.м.** | 1,1 | 1,0 | **181,25** | **164,77** |
| **2** | **Длительные временные нагрузки** | | | | |
| 2.1 | Штукатурка гипсовая высококачественная **δшт=0,02 м**, **γНст**=**9,5 кН/м 3**. Нагрузка на 1 п.м. при этом будет составлять **qн =Ншт⸱ δшт⸱ lшт⸱ γшт⸱ kпроем =25,02 м⸱0,02 м⸱1п.м. ⸱9,5 кН/м 3 ⸱0,9 =4,28 кН/п.м.** | 1,3 | 1,0 | **5,56** | **4,28** |
| II | **Внутренние стены несущие (на 1 п.м.)** | | | | |
| **1** | **Постоянные нагрузки** |  |  |  |  |
| 1.1 | Кирпичная кладка на ц/п растворе, **δНст=0,38 м**, **γНст**=**16,5 кН/м 3**. Нагрузка на 1 п.м. при этом будет составлять **qн =ННст⸱ δНст⸱ lНст⸱ γНст⸱ kпроем=29,2 м⸱0,38 м⸱1п.м. ⸱16,5 кН/м 3 ⸱0,9 =164,77 кН/п.м.** | 1,1 | 1,0 | **181,25** | **164,77** |
| **2** | **Длительные временные нагрузки** |  |  |  |  |
| 2.1 | Штукатурка гипсовая высококачественная **δшт=0,04 м**, **γНст**=**9,5 кН/м 3**. Нагрузка на 1 п.м. при этом будет составлять **qн =Ншт⸱ δшт⸱ lшт⸱ γшт⸱ kпроем =25,02 м⸱0,04 м⸱1п.м. ⸱9,5 кН/м 3 ⸱0,9 =4,28 кН/п.м.** | 1,3 | 1,0 | **11,13** | **8,56** |
| III | **Наружные стены самонесущие (на 1 п.м.)** | | | | |
| **1** | **Постоянные нагрузки** |  |  |  |  |
| 1.1 | Кирпичная кладка на ц/п растворе, **δНст=0,38 м**, **γНст**=**16,5 кН/м 3**. Нагрузка на 1 п.м. при этом будет составлять **qн =ННст⸱ δНст⸱ lНст⸱ γНст =29,2 м⸱0,38 м⸱1п.м. ⸱16,5 кН/м 3 =183,08 кН/п.м.** | 1,1 | 1,0 | **201,39** | **183,08** |
| **2** | **Длительные временные нагрузки** |  |  |  |  |
| 2.1 | Штукатурка гипсовая высококачественная **δшт=0,02 м**, **γНст**=**9,5 кН/м 3**. Нагрузка на 1 п.м. при этом будет составлять **qн =Ншт⸱ δшт⸱ lшт⸱ γшт=25,02 м⸱0,02 м⸱1п.м. ⸱9,5 кН/м 3 =4,76 кН/п.м.** | 1,3 | 1,0 | **6,19** | **4,76** |

Далее все собираем в основное сочетание расчетных нагрузок для расчета по II группе предельных состояний, т.е. по….

Сm=Pd+(ψl1⋅Pl1+ ψl2⋅Pl2+ ψl3⋅Pl3+…)+( ψt1⋅Pt1+ ψt2⋅Pt2+ ψt3⋅Pt3+…)

Выполняем отдельно для каждого характерного сечения с учетом грузовой площадки.

Нагрузка под наружную несущую стену с грузовой площадкой Sгр1=3 м2/п.м.:

**Сечение 1**

Нагрузка под наружную несущую стену с грузовой площадкой Sгр=3 м2/пм

NII1=(**164,77** кН/п.м.+**27** кН/ м2⸱3 м2/п.м.)+(**6,19** кН/ м2⸱3 м2/п.м. ⸱1+**5,04** кН/ м2⸱3 м2/п.м. ⸱0,95+**4,50** кН/ м2⸱3 м2/п.м. ⸱0,95+**2,25** кН/ м2⸱3 м2/п.м. ⸱0,95+**1,20** кН/ м2⸱3 м2/п.м. ⸱0,95+**0,19** кН/ м2⸱3 м2/п.м. ⸱0,95+**4,28**\*0,95кН/п.м.+( **14,25** кН/ м2⸱3 м2/п.м. ⸱1+**1,52**кН/ м2⸱3 м2/п.м. ⸱0,9)=245,77+60,199+46,85=**352,82кН/п.м.**

NI1=(**181,25** кН/п.м.+**32,4** кН/ м2⸱3 м2/п.м.)+(**6,82** кН/ м2⸱3 м2/п.м. ⸱1+**6,57** кН/ м2⸱3 м2/п.м. ⸱0,95+**5,85** кН/ м2⸱3 м2/п.м. ⸱0,95+**2,70** кН/ м2⸱3 м2/п.м. ⸱0,95+**4,56** кН/ м2⸱3 м2/п.м. ⸱0,95+**0,22** кН/ м2⸱3 м2/п.м. ⸱0,95+**5,56**\*0,95кН/п.м.+( **18,53** кН/ м2⸱3 м2/п.м. ⸱1+**2,13** кН/ м2⸱3 м2/п.м. ⸱0,9)= =**413,67кН/п.м.**

**Сечение 2**

Нагрузка под внутреннюю несущую стену с грузовой площадкой Sгр2=2,1 м2/п.м.:

NII2=(**164,77** кН/п.м.+**27** кН/ м2⸱2,1 м2/п.м.)+(**6,19** кН/ м2⸱2,1 м2/п.м. ⸱1+**5,04** кН/ м2⸱2,1 м2/п.м. ⸱0,95+**4,50** кН/ м2⸱2,1 м2/п.м. ⸱0,95+**2,25** кН/ м2⸱2,1 м2/п.м. ⸱0,95+**1,20** кН/ м2⸱2,1 м2/п.м. ⸱0,95+**0,19** кН/ м2 м2/п.м. ⸱0,95+**8,56** кН/ п.м. ⸱0,95)+( **14,25** кН/ м2⸱2,1 м2/п.м. ⸱1+**1,52**кН/ м2⸱2,1 м2/п.м. ⸱0,9)=221,47+47,23+32,8=**301,5 кН/п.м.**

NII1=(**181,25** кН/п.м.+**32,4** кН/ м2⸱3 м2/п.м.)+(**6,82** кН/ м2⸱3 м2/п.м. ⸱1+**6,57** кН/ м2⸱3 м2/п.м. ⸱0,95+**5,85** кН/ м2⸱3 м2/п.м. ⸱0,95+**2,70** кН/ м2⸱3 м2/п.м. ⸱0,95+**4,56** кН/ м2⸱3 м2/п.м. ⸱0,95+**0,22** кН/ м2⸱3 м2/п.м. ⸱0,95+**5,56**\*0,95кН/п.м.+( **18,53** кН/ м2⸱3 м2/п.м. ⸱1+**2,13** кН/ м2⸱3 м2/п.м. ⸱0,9)= **345,53кН/п.м.**

**Сечение 3**

Нагрузка под внутреннюю несущую стену с грузовой площадкой Sгр2=4,2 м2/п.м.:

NII2=(**164,77** кН/п.м.+**27** кН/ м2⸱4,2 м2/п.м.)+(**6,19** кН/ м2⸱4,2 м2/п.м. ⸱1+**5,04** кН/ м2⸱4,2 м2/п.м. ⸱0,95+**4,50** кН/ м2⸱4,2 м2/п.м. ⸱0,95+**2,25** кН/ м2⸱4,2 м2/п.м. ⸱0,95+**1,20** кН/ м2⸱4,2 м2/п.м. ⸱0,95+**0,19** кН/ м2 м2/п.м. ⸱0,95+**4,28** кН/ п.м. ⸱0,95)+( **14,25** кН/ м2⸱4,2 м2/п.м. ⸱1+**1,52**кН/ м2⸱4,2 м2/п.м. ⸱0,9)= **425,84 кН/п.м.**

NII1=(**181,25** кН/п.м.+**32,4** кН/ м2⸱3 м2/п.м.)+(**6,82** кН/ м2⸱3 м2/п.м. ⸱1+**6,57** кН/ м2⸱3 м2/п.м. ⸱0,95+**5,85** кН/ м2⸱3 м2/п.м. ⸱0,95+**2,70** кН/ м2⸱3 м2/п.м. ⸱0,95+**4,56** кН/ м2⸱3 м2/п.м. ⸱0,95+**0,22** кН/ м2⸱3 м2/п.м. ⸱0,95+**5,56**\*0,95кН/п.м.+( **18,53** кН/ м2⸱3 м2/п.м. ⸱1+**2,13** кН/ м2⸱3 м2/п.м. ⸱0,9)= **504,52кН/п.м.**

**Сечение 4**

Нагрузка под внутреннюю несущую стену с грузовой площадкой Sгр2=6 м2/п.м.:

NII2=(**164,77** кН/п.м.+**27** кН/ м2⸱6 м2/п.м.)+(**6,19** кН/ м2⸱6 м2/п.м. ⸱1+**5,04** кН/ м2⸱6 м2/п.м. ⸱0,95+**4,50** кН/ м2⸱6 м2/п.м. ⸱0,95+**2,25** кН/ м2⸱6 м2/п.м. ⸱0,95+**1,20** кН/ м2⸱6 м2/п.м. ⸱0,95+**0,19** кН/ м2 м2/п.м. ⸱0,95+**4,28** кН/ п.м. ⸱0,95)+( **14,25** кН/ м2⸱6 м2/п.м. ⸱1+**1,52**кН/ м2⸱6 м2/п.м. ⸱0,9)= **535,28 кН/п.м.**

NII1=(**181,25** кН/п.м.+**32,4** кН/ м2⸱3 м2/п.м.)+(**6,82** кН/ м2⸱3 м2/п.м. ⸱1+**6,57** кН/ м2⸱3 м2/п.м. ⸱0,95+**5,85** кН/ м2⸱3 м2/п.м. ⸱0,95+**2,70** кН/ м2⸱3 м2/п.м. ⸱0,95+**4,56** кН/ м2⸱3 м2/п.м. ⸱0,95+**0,22** кН/ м2⸱3 м2/п.м. ⸱0,95+**5,56**\*0,95кН/п.м.+( **18,53** кН/ м2⸱3 м2/п.м. ⸱1+**2,13** кН/ м2⸱3 м2/п.м. ⸱0,9)= **640,8кН/п.м.**

**Сечение 5**

Нагрузка под наружную самонесущую стену с грузовой площадкой Sгр3=0 м2/п.м.:

NII3=(**183,08**кН/п.м.)+( **4,28** кН/ п.м)=187,36 **кН/п.м.**

NII3=(**201,39**кН/п.м.)+( **5,56** кН/ п.м)=206,95 **кН/п.м.**

# 5. Расчет ленточного фундамента

Рис 5.1. Совмещенная схема геологического разреза и фундамента под наружные стены

Требуемая площадь фундамента

А=[м2]

Nн – нормативная нагрузка, приложенная к обрезу фундамента

R0 – расчетное сопротивление грунта основания

γsf = 20кН/м2 – удельный вес материала фундамента

d – глубина заложения фундамента

## 5.1 Требуемая ширина фундамента



Рис. 4. Совмещенная схема геологического разреза и фундамента под наружные и внутренние стены.

**Определение ширины подошвы фундамента сечения 1**

В первом приближении определяем площадь подошвы фундамента по формуле:

где – расчетная нагрузка на 1 сечение;

– условное расчетное сопротивление слоя;

– удельный вес материала фундамента. В практических расчетах принимают

– глубина заложения фундамента.

Предварительно принимаем ширину фундамента равную:

Предварительно принимаем сборный фундамент: ФЛ24.12-1: длина 1200 (мм), ширина 2400 (мм), толщина 300 (мм)

Среднее давление под подошвой фундамента P не должно превышать расчетного сопротивления грунта основания R, кПа, определяемого по формуле:

Где

из табл. №3 СНиП 2.02.01-83\*

–коэффициенты условий работы, табл. №3 СНиП 2.02.01-83\*;

– коэффициент, принимается из условия, что прочностные характеристики грунта (ϕ и с) приняты по табл. 1-2 рекомендуемого приложения 1 СНиП 2.02.01-83\*;

=1,24; =5,95; =8,24 –коэффициенты, принимаемые по табл. 4 СНиП 2.02.01-83\*;

= 1 – коэффициент, принимаемый, если b<10м;

= 2,4 м – ширина подошвы фундамента;

– усредненное расчетное значение удельного веса грунтов, залегающих ниже подошвы фундамента (при наличии подземных вод определяется с учетом взвешивающего действия воды);

– то же, залегающих выше подошвы;

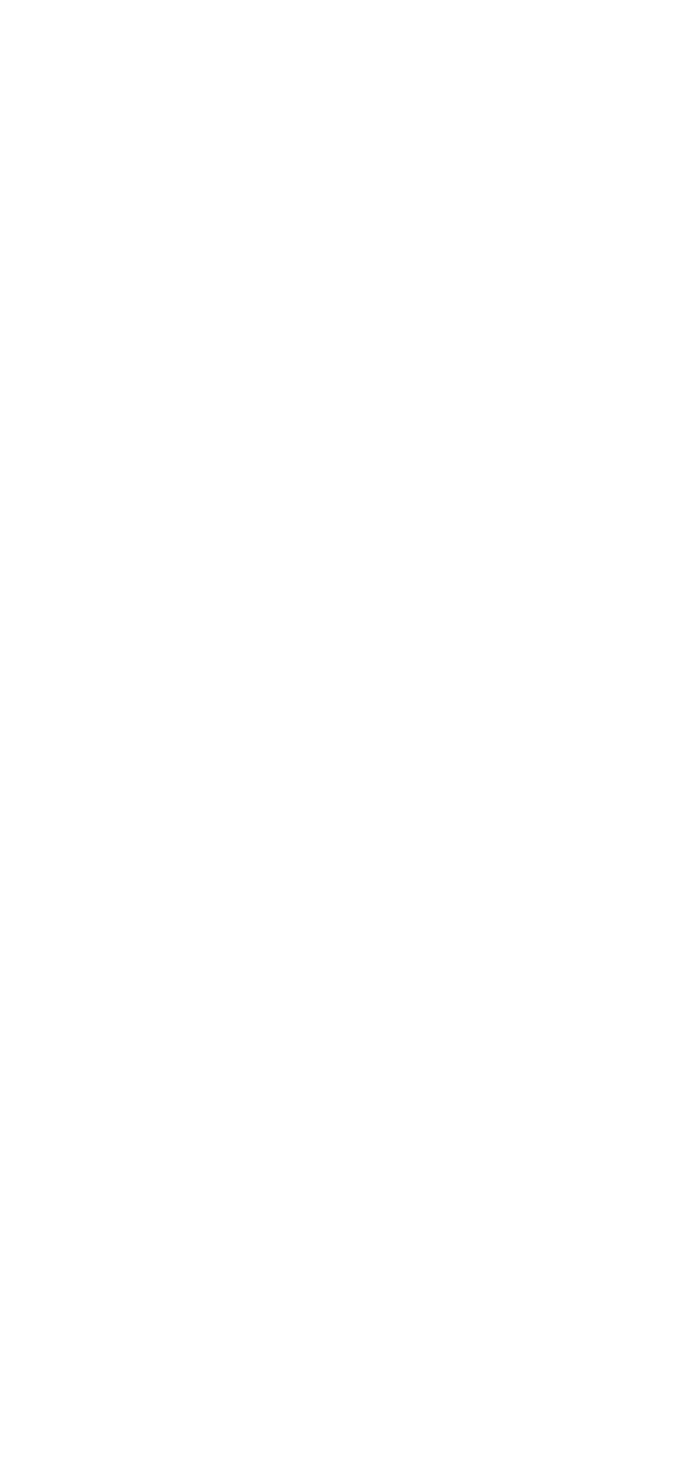
– расчетное значение удельного сцепления грунта, залегающего непосредственно под подошвой фундамента;

– глубина подвала;

– вес фундамента;

– вес грунта на свесах фундаментной подушки.

– вес пола;



Основное условие выполняется.

Запас прочности по нагрузке

**Проведем расчет слабого подстилающего грунта.**

σzg0= 2,5\*19,36=45,2 кПа

Р0= 191,53-45,2=146,33кПа

σzp= 0,943\*146,33=137,99 кПа

σzg=(2,5+0,53 )\*19,36=54,8 кПа

𝐴𝑧 =

из табл. №3 СНиП 2.02.01-83\*

–коэффициенты условий работы, табл. №3 СНиП 2.02.01-83\*;

– коэффициент, принимается из условия, что прочностные характеристики грунта (ϕ и с) приняты по табл. 1-2 рекомендуемого приложения 1 СНиП 2.02.01-83\*;

=0,36; =2,43; =4,99 –коэффициенты, принимаемые по табл. 4 СНиП 2.02.01-83\*;

– расчетное значение удельного сцепления грунта, залегающего непосредственно под подошвой фундамента;

σzp+ σzg=132,71+54,8=187,51≤Rz=197,43 – условие выполняется

**Определение ширины подошвы фундамента сечения 2**

В первом приближении определяем площадь подошвы фундамента по формуле:

где – расчетная нагрузка на 1 сечение;

– условное расчетное сопротивление слоя;

– удельный вес материала фундамента. В практических расчетах принимают

– глубина заложения фундамента.

Предварительно принимаем ширину фундамента равную:

Предварительно принимаем сборный фундамент: ФЛ24.12-3: длина1200 (мм), ширина 2400 (мм), толщина 300 (мм)

Среднее давление под подошвой фундамента P не должно превышать расчетного сопротивления грунта основания R, кПа, определяемого по формуле:

Где

из табл. №3 СНиП 2.02.01-83\*

–коэффициенты условий работы, табл. №3 СНиП 2.02.01-83\*;

– коэффициент, принимается из условия, что прочностные характеристики грунта (ϕ и с) приняты по табл. 1-2 рекомендуемого приложения 1 СНиП 2.02.01-83\*;

=1,24; =5,95; =8,24 –коэффициенты, принимаемые по табл. 4 СНиП 2.02.01-83\*;

= 1 – коэффициент, принимаемый, если b<10м;

= 2,4 м – ширина подошвы фундамента;

– усредненное расчетное значение удельного веса грунтов, залегающих ниже подошвы фундамента (при наличии подземных вод определяется с учетом взвешивающего действия воды);

– то же, залегающих выше подошвы;

– расчетное значение удельного сцепления грунта, залегающего непосредственно под подошвой фундамента;

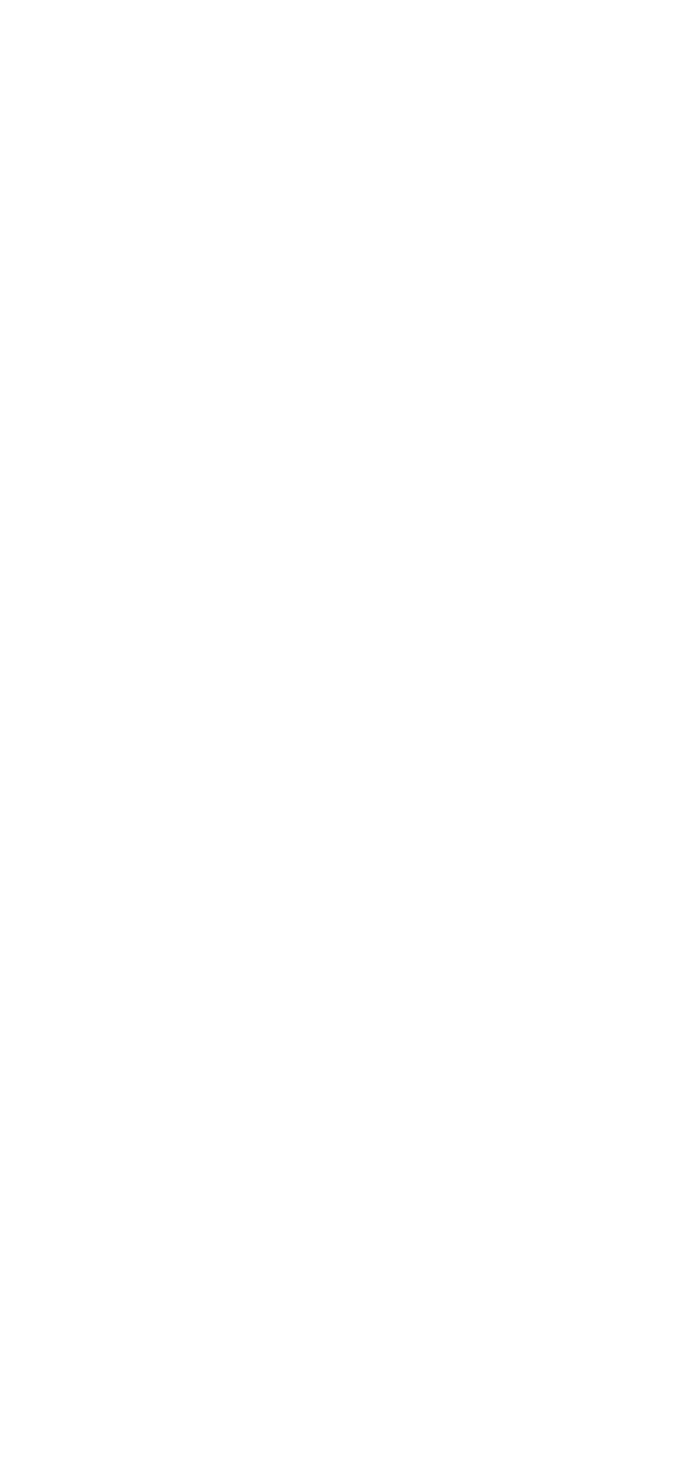
– глубина подвала;

Среднее реактивное давление по подошве фундамента:

– вес фундамента;

– вес грунта на свесах фундаментной подушки.

– вес пола;



Основное условие выполняется.

Запас прочности по нагрузке

**Проведем расчет слабого подстилающего грунта.**

σzg0= 2,5\*19,36=45,2 кПа

Р0= 170,14-45,2=124,94кПа

σzp= 0,967\*124,94=120,82 кПа

σzg=(2,5+0,53)\*19,36=54,8 кПа

𝐴𝑧 =

из табл. №3 СНиП 2.02.01-83\*

–коэффициенты условий работы, табл. №3 СНиП 2.02.01-83\*;

– коэффициент, принимается из условия, что прочностные характеристики грунта (ϕ и с) приняты по табл. 1-2 рекомендуемого приложения 1 СНиП 2.02.01-83\*;

=0,36; =2,43; =4,99 –коэффициенты, принимаемые по табл. 4 СНиП 2.02.01-83\*;

– расчетное значение удельного сцепления грунта, залегающего непосредственно под подошвой фундамента;

σzp+ σzg=120,82+54,8=175,62≤Rz=196,18 – условие выполняется

**Определение ширины подошвы фундамента сечения 3**

В первом приближении определяем площадь подошвы фундамента по формуле:

где – расчетная нагрузка на 1 сечение;

– условное расчетное сопротивление слоя;

– удельный вес материала фундамента. В практических расчетах принимают

– глубина заложения фундамента.

Предварительно принимаем ширину фундамента равную:

Предварительно принимаем сборный фундамент: ФЛ28.12-3: длина1200 (мм), ширина 2800 (мм), толщина 300 (мм)

Среднее давление под подошвой фундамента P не должно превышать расчетного сопротивления грунта основания R, кПа, определяемого по формуле:

Где

из табл. №3 СНиП 2.02.01-83\*

–коэффициенты условий работы, табл. №3 СНиП 2.02.01-83\*;

– коэффициент, принимается из условия, что прочностные характеристики грунта (ϕ и с) приняты по табл. 1-2 рекомендуемого приложения 1 СНиП 2.02.01-83\*;

=1,24; =5,95; =8,24 –коэффициенты, принимаемые по табл. 4 СНиП 2.02.01-83\*;

= 1 – коэффициент, принимаемый, если b<10м;

= 2,8 м – ширина подошвы фундамента;

– усредненное расчетное значение удельного веса грунтов, залегающих ниже подошвы фундамента (при наличии подземных вод определяется с учетом взвешивающего действия воды);

– то же, залегающих выше подошвы;

– расчетное значение удельного сцепления грунта, залегающего непосредственно под подошвой фундамента;

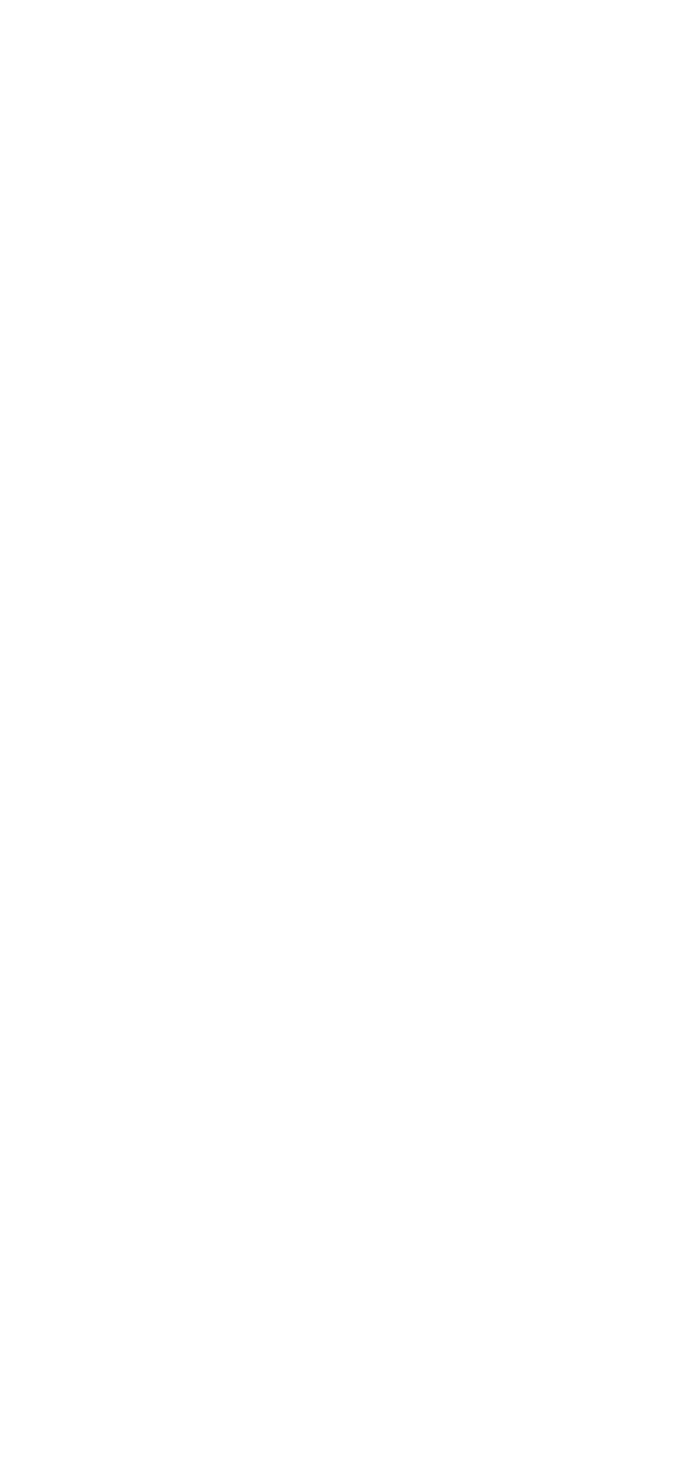
– глубина подвала;

Среднее реактивное давление по подошве фундамента:

– вес фундамента;

– вес грунта на свесах фундаментной подушки.

– вес пола;



Основное условие выполняется.

Запас прочности по нагрузке

**Проведем расчет слабого подстилающего грунта.**

σzg0= 2,5\*19,36=45,2 кПа

Р0= 184,26-45,2=139,06кПа

σzp= 0,967\*139,06=134,47 кПа

σzg=(2,5+0,53 )\*19,36=54,8 кПа

𝐴𝑧 =

из табл. №3 СНиП 2.02.01-83\*

–коэффициенты условий работы, табл. №3 СНиП 2.02.01-83\*;

– коэффициент, принимается из условия, что прочностные характеристики грунта (ϕ и с) приняты по табл. 1-2 рекомендуемого приложения 1 СНиП 2.02.01-83\*;

=0,36; =2,43; =4,99 –коэффициенты, принимаемые по табл. 4 СНиП 2.02.01-83\*;

– расчетное значение удельного сцепления грунта, залегающего непосредственно под подошвой фундамента;

σzp+ σzg=134,47+54,8=189,27≤Rz=201,41 – условие выполняется

**Определение ширины подошвы фундамента сечения 4**

В первом приближении определяем площадь подошвы фундамента по формуле:

где – расчетная нагрузка на 1 сечение;

– условное расчетное сопротивление слоя;

– удельный вес материала фундамента. В практических расчетах принимают

– глубина заложения фундамента.

Предварительно принимаем ширину фундамента равную:

Предварительно принимаем сборный фундамент: ФЛ12.35-3: длина1200 (мм), ширина 3500 (мм), толщина 300 (мм)

Среднее давление под подошвой фундамента P не должно превышать расчетного сопротивления грунта основания R, кПа, определяемого по формуле:

Где

из табл. №3 СНиП 2.02.01-83\*

–коэффициенты условий работы, табл. №3 СНиП 2.02.01-83\*;

– коэффициент, принимается из условия, что прочностные характеристики грунта (ϕ и с) приняты по табл. 1-2 рекомендуемого приложения 1 СНиП 2.02.01-83\*;

=1,24; =5,95; =8,24 –коэффициенты, принимаемые по табл. 4 СНиП 2.02.01-83\*;

= 1 – коэффициент, принимаемый, если b<10м;

= 3,5 м – ширина подошвы фундамента;

– усредненное расчетное значение удельного веса грунтов, залегающих ниже подошвы фундамента (при наличии подземных вод определяется с учетом взвешивающего действия воды);

– то же, залегающих выше подошвы;

– расчетное значение удельного сцепления грунта, залегающего непосредственно под подошвой фундамента;

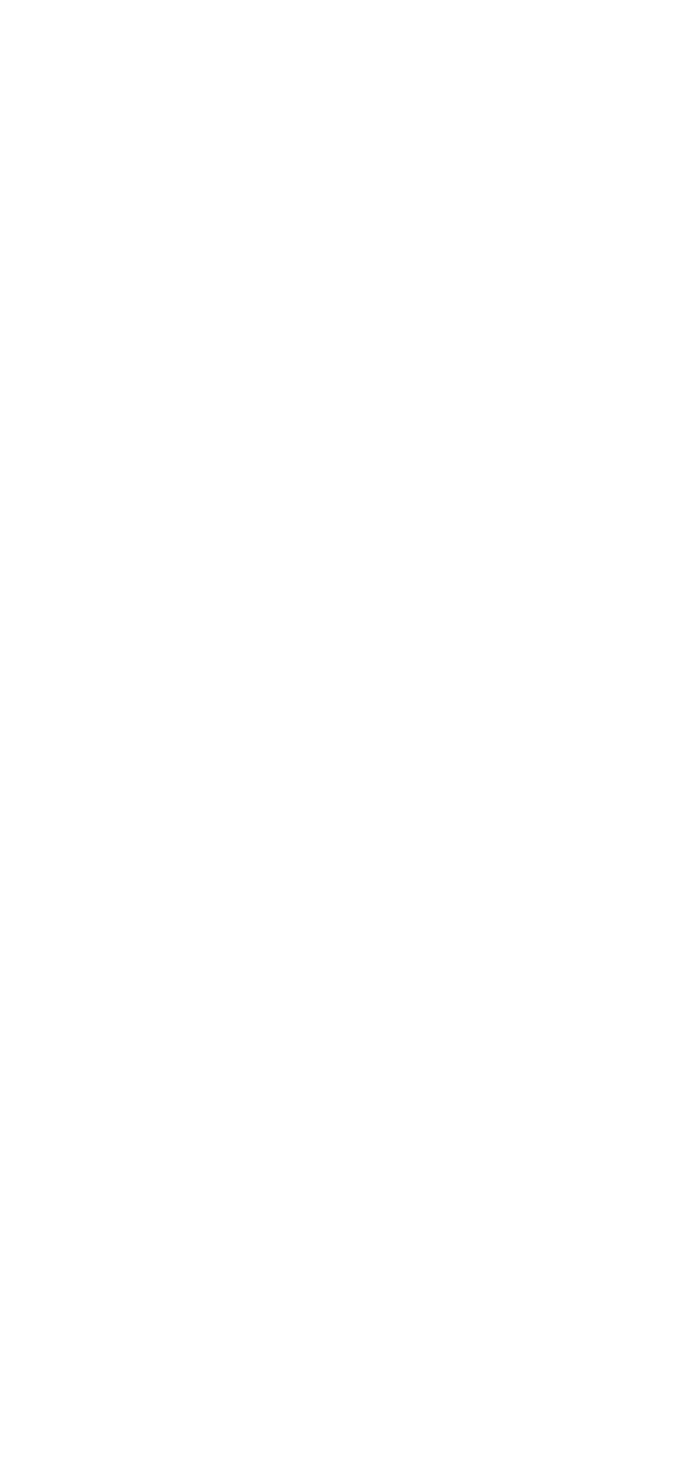
– глубина подвала;

Среднее реактивное давление по подошве фундамента:

– вес фундамента;

– вес грунта на свесах фундаментной подушки.

– вес пола;



Основное условие выполняется.

Запас прочности по нагрузке

**Проведем расчет слабого подстилающего грунта.**

σzg0= 2,5\*19,36=45,2 кПа

Р0= 193,99-45,2=148,79 кПа

σzp= 0,967\*148,79=143,88 кПа

σzg=(2,5+0,53 )\*19,36=54,8 кПа

𝐴𝑧 =

из табл. №3 СНиП 2.02.01-83\*

–коэффициенты условий работы, табл. №3 СНиП 2.02.01-83\*;

– коэффициент, принимается из условия, что прочностные характеристики грунта (ϕ и с) приняты по табл. 1-2 рекомендуемого приложения 1 СНиП 2.02.01-83\*;

=0,36; =2,43; =4,99 –коэффициенты, принимаемые по табл. 4 СНиП 2.02.01-83\*;

– расчетное значение удельного сцепления грунта, залегающего непосредственно под подошвой фундамента;

σzp+ σzg=143,88+54,8=196,68≤Rz=205,71 – условие выполняется

**Определение ширины подошвы фундамента сечения 5**

В первом приближении определяем площадь подошвы фундамента по формуле:

где – расчетная нагрузка на 1 сечение;

– условное расчетное сопротивление слоя;

– удельный вес материала фундамента. В практических расчетах принимают

– глубина заложения фундамента.

Предварительно принимаем ширину фундамента равную:

Предварительно принимаем сборный фундамент: ФЛ14.12-3: длина1200 (мм), ширина 1400 (мм), толщина 300 (мм)

Среднее давление под подошвой фундамента P не должно превышать расчетного сопротивления грунта основания R, кПа, определяемого по формуле:

Где

из табл. №3 СНиП 2.02.01-83\*

–коэффициенты условий работы, табл. №3 СНиП 2.02.01-83\*;

– коэффициент, принимается из условия, что прочностные характеристики грунта (ϕ и с) приняты по табл. 1-2 рекомендуемого приложения 1 СНиП 2.02.01-83\*;

=1,24; =5,95; =8,24 –коэффициенты, принимаемые по табл. 4 СНиП 2.02.01-83\*;

= 1 – коэффициент, принимаемый, если b<10м;

= 1,4 м – ширина подошвы фундамента;

– усредненное расчетное значение удельного веса грунтов, залегающих ниже подошвы фундамента (при наличии подземных вод определяется с учетом взвешивающего действия воды);

– то же, залегающих выше подошвы;

– расчетное значение удельного сцепления грунта, залегающего непосредственно под подошвой фундамента;

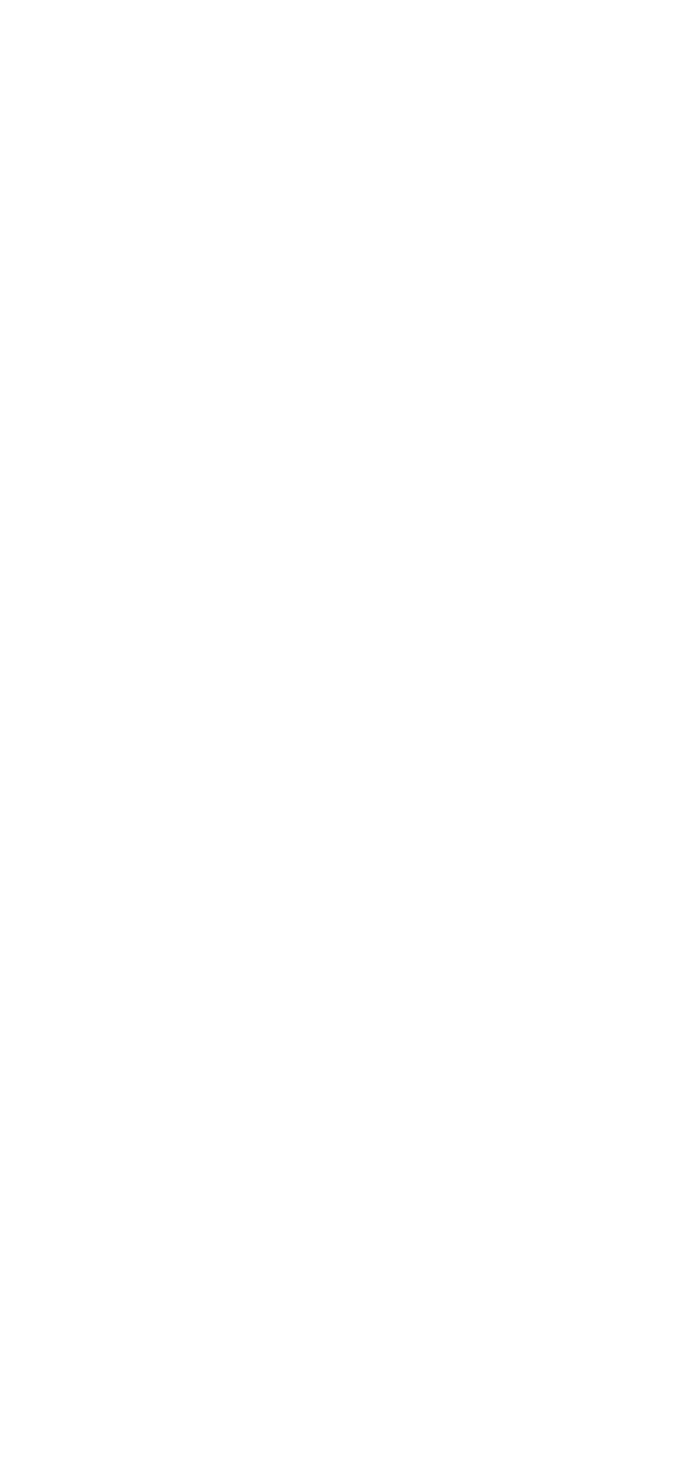
– глубина подвала;

Среднее реактивное давление по подошве фундамента:

– вес фундамента;

– вес грунта на свесах фундаментной подушки.

– вес пола;



Основное условие выполняется.

Запас прочности по нагрузке

**Проведем расчет слабого подстилающего грунта.**

σzg0= 2,5\*19,36=45,2 кПа

Р0= 186,22-45,2=141,02 кПа

σzp= 0,967\*141,02=136,37 кПа

σzg=(2,5+0,53 )\*18,09=54,81 кПа

𝐴𝑧 =

из табл. №3 СНиП 2.02.01-83\*

–коэффициенты условий работы, табл. №3 СНиП 2.02.01-83\*;

– коэффициент, принимается из условия, что прочностные характеристики грунта (ϕ и с) приняты по табл. 1-2 рекомендуемого приложения 1 СНиП 2.02.01-83\*;

=0,36; =2,43; =4,99 –коэффициенты, принимаемые по табл. 4 СНиП 2.02.01-83\*;

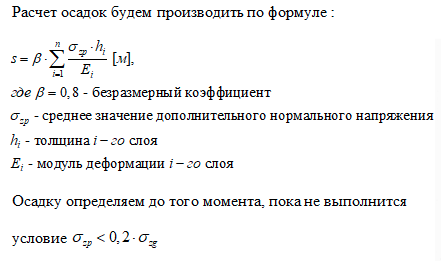
– расчетное значение удельного сцепления грунта, залегающего непосредственно под подошвой фундамента;

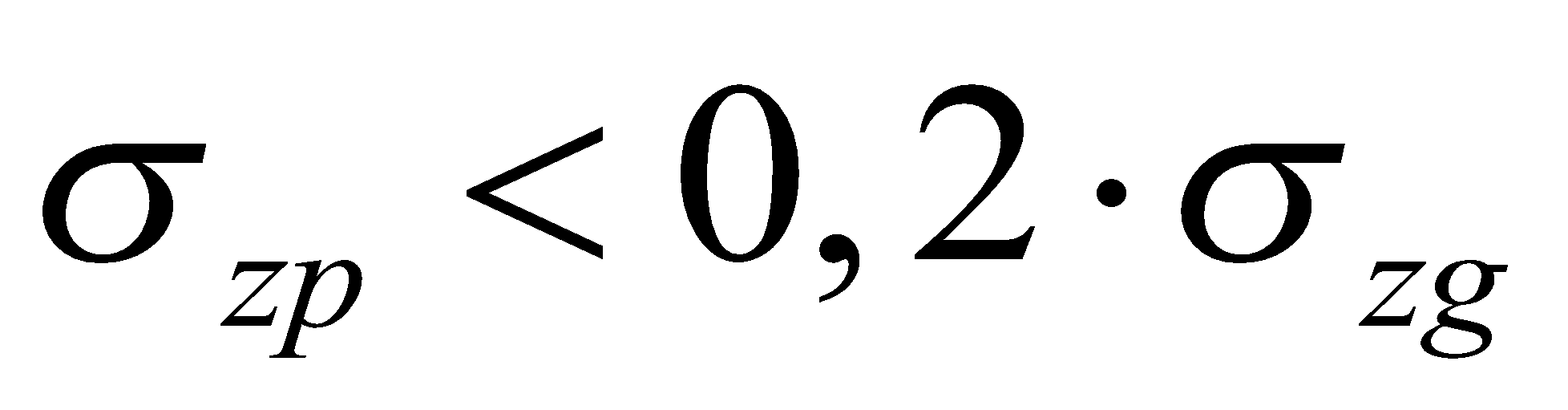
σzp+ σzg=136,37+54,8=191,17≤Rz=187,35 – условие выполняется

**5.3 Расчет осадок ленточного фундамента**

Описание расчета приводится в Приложении 2 СНиП 2.02.01-83\*

Расчет осадок будем производить по формуле



Осадку определяем до того момента, пока не выполнится условие 

**Сечение 1:**

b = 2,4 м – ширина подушки фундамента

P = кПа – давление под подошвой

P0 = 135,93кПа

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование слоя | Zi, м | hi, м | bi, м | ξ=2z/b | α | P0, кПа | Ϭzp, кПа | Ϭzg, кПа | 0,2Ϭzg, кПа | Е, кПа | S, см |
| Песок мелкий средней плотности водонасыщенный | 0,00 | 0,00 | 2,4 | 0,00 | 1,000 | 135,93 | 135,9 | 50,8 | 10,2 | 16660 | - |
| 0,25 | 0,25 | 2,4 | 0,21 | 0,988 | 135,93 | 134,3 | 56,1 | 11,2 | 16660 | 0,162 |
| 0,53 | 0,28 | 2,4 | 0,44 | 0,967 | 135,93 | 131,4 | 58,9 | 11,8 | 22800 | 0,131 |
| Суглинок мягкопластичный | 0,93 | 0,40 | 2,4 | 0,78 | 0,886 | 135,93 | 120,4 | 62,9 | 12,6 | 22800 | 0,177 |
| 1,33 | 0,40 | 2,4 | 1,11 | 0,783 | 135,93 | 106,4 | 66,9 | 13,4 | 22800 | 0,159 |
| 1,73 | 0,40 | 2,4 | 1,44 | 0,687 | 135,93 | 93,4 | 70,9 | 14,2 | 22800 | 0,140 |
| 2,13 | 0,40 | 2,4 | 1,78 | 0,601 | 135,93 | 81,7 | 75,0 | 15,0 | 37490 | 0,075 |
| 2,53 | 0,40 | 2,4 | 2,11 | 0,530 | 135,93 | 72,0 | 79,1 | 15,8 | 37490 | 0,066 |
| 2,93 | 0,40 | 2,4 | 2,44 | 0,471 | 135,93 | 64,0 | 83,2 | 16,6 | 37490 | 0,058 |
| 3,33 | 0,40 | 2,4 | 2,78 | 0,379 | 135,93 | 51,5 | 87,3 | 17,5 | 37490 | 0,049 |
| Глина полутвердая | 3,73 | 0,40 | 2,4 | 3,11 | 0,384 | 135,93 | 52,2 | 91,4 | 18,3 | 37490 | 0,044 |
| 4,13 | 0,40 | 2,4 | 3,44 | 0,352 | 135,93 | 47,8 | 95,5 | 19,1 | 37490 | 0,043 |
| 4,53 | 0,40 | 2,4 | 3,78 | 0,323 | 135,93 | 43,9 | 127,1 | 25,4 | 21390 | 0,069 |
| 4,93 | 0,40 | 2,4 | 4,11 | 0,299 | 135,93 | 40,6 | 134,7 | 26,9 | 21390 | 0,063 |
| 5,33 | 0,40 | 2,4 | 4,44 | 0,278 | 135,93 | 37,8 | 142,3 | 28,5 | 21390 | 0,059 |
| 5,73 | 0,40 | 2,4 | 4,78 | 0,259 | 135,93 | 35,2 | 149,9 | 30,0 | 21390 | 0,055 |
| 6,13 | 0,40 | 2,4 | 5,11 | 0,243 | 135,93 | 33,0 | 157,5 | 31,5 | 21390 | 0,051 |
| 6,53 | 0,40 | 2,4 | 5,44 | 0,229 | 135,93 | 31,1 | 165,1 | 33,0 | 21390 | 0,048 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 1,449 |

**Сечение 2:**

b = 2,4 м – ширина подушки фундамента

P = кПа – давление под подошвой

P0 = 114,54 кПа

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование слоя | Zi, м | hi, м | bi, м | ξ=2z/b | α | P0, кПа | Ϭzp, кПа | Ϭzg, кПа | 0,2Ϭzg, кПа | Е, кПа | S, см |
| Песок мелкий средней плотности водонасышщенный | 0,00 | 0,00 | 2,4 | 0,00 | 1,000 | 114,54 | 114,5 | 50,8 | 10,2 | 16660 | - |
| 0,25 | 0,25 | 2,4 | 0,21 | 0,988 | 114,54 | 113,2 | 56,1 | 11,2 | 16660 | 0,137 |
| 0,53 | 0,28 | 2,4 | 0,44 | 0,967 | 114,54 | 110,8 | 58,9 | 11,8 | 22800 | 0,110 |
| Суглинок мягкопластичный | 0,93 | 0,40 | 2,4 | 0,78 | 0,886 | 114,54 | 101,5 | 62,9 | 12,6 | 22800 | 0,149 |
| 1,33 | 0,40 | 2,4 | 1,11 | 0,783 | 114,54 | 89,7 | 66,9 | 13,4 | 22800 | 0,134 |
| 1,73 | 0,40 | 2,4 | 1,44 | 0,687 | 114,54 | 78,7 | 70,9 | 14,2 | 22800 | 0,118 |
| 2,13 | 0,40 | 2,4 | 1,78 | 0,601 | 114,54 | 68,8 | 75,0 | 15,0 | 37490 | 0,063 |
| 2,53 | 0,40 | 2,4 | 2,11 | 0,530 | 114,54 | 60,7 | 79,1 | 15,8 | 37490 | 0,055 |
| 2,93 | 0,40 | 2,4 | 2,44 | 0,471 | 114,54 | 53,9 | 83,2 | 16,6 | 37490 | 0,049 |
| 3,33 | 0,40 | 2,4 | 2,78 | 0,379 | 114,54 | 43,4 | 87,3 | 17,5 | 37490 | 0,042 |
| 3,73 | 0,40 | 2,4 | 3,11 | 0,384 | 114,54 | 44,0 | 91,4 | 18,3 | 37490 | 0,037 |
| 4,13 | 0,40 | 2,4 | 3,44 | 0,352 | 114,54 | 40,3 | 95,5 | 19,1 | 37490 | 0,036 |
| Глина полутвердая | 4,53 | 0,40 | 2,4 | 3,78 | 0,323 | 114,54 | 37,0 | 127,1 | 25,4 | 21390 | 0,058 |
| 4,93 | 0,40 | 2,4 | 4,11 | 0,299 | 114,54 | 34,2 | 134,7 | 26,9 | 21390 | 0,053 |
| 5,33 | 0,40 | 2,4 | 4,44 | 0,278 | 114,54 | 31,8 | 142,3 | 28,5 | 21390 | 0,049 |
| 5,73 | 0,40 | 2,4 | 4,78 | 0,259 | 114,54 | 29,7 | 149,9 | 30,0 | 21390 | 0,046 |
| 6,13 | 0,40 | 2,4 | 5,11 | 0,243 | 114,54 | 27,8 | 157,5 | 31,5 | 21390 | 0,043 |
| 6,53 | 0,40 | 2,4 | 5,44 | 0,229 | 114,54 | 26,2 | 165,1 | 33,0 | 21390 | 0,040 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 1,219 |

**Сечение 3:**

b = 2,8 м – ширина подушки фундамента

P = кПа – давление под подошвой

P0 = 128,66 кПа

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование слоя | Zi, м | hi, м | bi, м | ξ=2z/b | α | P0, кПа | Ϭzp, кПа | Ϭzg, кПа | 0,2Ϭzg, кПа | Е, кПа | S, см |
| Песок мелкий средней плотности водонасыщенный | 0,00 | 0,00 | 2,8 | 0,00 | 1,000 | 128,66 | 128,7 | 50,8 | 10,2 | 16660 | - |
| 0,25 | 0,25 | 2,8 | 0,17 | 0,990 | 128,66 | 127,4 | 56,1 | 11,2 | 16660 | 0,154 |
| 0,53 | 0,28 | 2,8 | 0,35 | 0,980 | 128,66 | 126,1 | 58,9 | 11,8 | 22800 | 0,125 |
| Суглинок мягкопластичный | 0,93 | 0,40 | 2,8 | 0,62 | 0,924 | 128,66 | 118,9 | 62,9 | 12,6 | 22800 | 0,172 |
| 1,33 | 0,40 | 2,8 | 0,89 | 0,853 | 128,66 | 109,7 | 66,9 | 13,4 | 22800 | 0,160 |
| 1,73 | 0,40 | 2,8 | 1,15 | 0,771 | 128,66 | 99,2 | 70,9 | 14,2 | 22800 | 0,147 |
| 2,13 | 0,40 | 2,8 | 1,42 | 0,693 | 128,66 | 89,2 | 75,0 | 15,0 | 37490 | 0,080 |
| 2,53 | 0,40 | 2,8 | 1,69 | 0,621 | 128,66 | 79,9 | 79,1 | 15,8 | 37490 | 0,072 |
| 2,93 | 0,40 | 2,8 | 1,95 | 0,562 | 128,66 | 72,3 | 83,2 | 16,6 | 37490 | 0,065 |
| 3,33 | 0,40 | 2,8 | 2,22 | 0,510 | 128,66 | 65,6 | 87,3 | 17,5 | 37490 | 0,059 |
| Глина полутвердая | 3,73 | 0,40 | 2,8 | 2,49 | 0,464 | 128,66 | 59,7 | 91,4 | 18,3 | 37490 | 0,053 |
| 4,13 | 0,40 | 2,8 | 2,75 | 0,427 | 128,66 | 54,9 | 95,5 | 19,1 | 37490 | 0,049 |
|  | 4,53 | 0,40 | 2,8 | 3,02 | 0,395 | 128,66 | 50,8 | 127,1 | 25,4 | 21390 | 0,079 |
| 4,93 | 0,40 | 2,8 | 3,29 | 0,366 | 128,66 | 47,1 | 134,7 | 26,9 | 21390 | 0,073 |
| 5,33 | 0,40 | 2,8 | 3,55 | 0,342 | 128,66 | 44,0 | 142,3 | 28,5 | 21390 | 0,068 |
| 5,73 | 0,40 | 2,8 | 3,82 | 0,320 | 128,66 | 41,2 | 149,9 | 30,0 | 21390 | 0,064 |
| 6,13 | 0,40 | 2,8 | 4,09 | 0,300 | 128,66 | 38,6 | 157,5 | 31,5 | 21390 | 0,060 |
| 6,53 | 0,40 | 2,8 | 4,35 | 0,283 | 128,66 | 36,4 | 165,1 | 33,0 | 21390 | 0,056 |
| 6,93 | 0,40 | 2,8 | 4,62 | 0,268 | 128,66 | 34,5 | 172,7 | 34,5 | 21390 | 0,053 |
| 7,33 | 0,40 | 2,8 | 4,89 | 0,354 | 128,66 | 45,5 | 180,3 | 36,1 | 21390 | 0,060 |
| 7,73 | 0,40 | 2,8 | 5,15 | 0,241 | 128,66 | 31,0 | 187,9 | 37,6 | 21390 | 0,057 |
| 1,706 |

**Сечение 4:**

b = 3,5 м – ширина подушки фундамента

P = кПа – давление под подошвой

P0 = 138,39 кПа

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование слоя | Zi, м | hi, м | bi, м | ξ=2z/b | α | P0, кПа | Ϭzp, кПа | Ϭzg, кПа | 0,2Ϭzg, кПа | Е, кПа | S, см |
| Песок мелкий средней плотности водонасыщенный | 0,00 | 0,00 | 3,5 | 0,00 | 1,000 | 138,39 | 138,4 | 50,8 | 10,2 | 16660 | - |
| 0,25 | 0,25 | 3,5 | 0,14 | 0,992 | 138,39 | 137,3 | 56,1 | 11,2 | 16660 | 0,165 |
| 0,53 | 0,28 | 3,5 | 0,30 | 0,983 | 138,39 | 136,0 | 58,9 | 11,8 | 22800 | 0,134 |
| Суглинок мягкопластичный | 0,93 | 0,40 | 3,5 | 0,53 | 0,946 | 138,39 | 130,9 | 62,9 | 12,6 | 22800 | 0,187 |
| 1,33 | 0,40 | 3,5 | 0,76 | 0,891 | 138,39 | 123,3 | 66,9 | 13,4 | 22800 | 0,178 |
| 1,73 | 0,40 | 3,5 | 0,99 | 0,821 | 138,39 | 113,6 | 70,9 | 14,2 | 22800 | 0,166 |
| 2,13 | 0,40 | 3,5 | 1,22 | 0,749 | 138,39 | 103,7 | 75,0 | 15,0 | 37490 | 0,093 |
| 2,53 | 0,40 | 3,5 | 1,45 | 0,684 | 138,39 | 94,7 | 79,1 | 15,8 | 37490 | 0,085 |
| 2,93 | 0,40 | 3,5 | 1,67 | 0,626 | 138,39 | 86,6 | 83,2 | 16,6 | 37490 | 0,077 |
| 3,33 | 0,40 | 3,5 | 1,90 | 0,573 | 138,39 | 79,3 | 87,3 | 17,5 | 37490 | 0,071 |
| Глина полутвердая | 3,73 | 0,40 | 3,5 | 2,13 | 0,526 | 138,39 | 72,8 | 91,4 | 18,3 | 37490 | 0,065 |
| 4,13 | 0,40 | 3,5 | 2,36 | 0,484 | 138,39 | 67,0 | 95,5 | 19,1 | 37490 | 0,060 |
| 4,53 | 0,40 | 3,5 | 2,59 | 0,450 | 138,39 | 62,3 | 127,1 | 25,4 | 21390 | 0,097 |
| 4,93 | 0,40 | 3,5 | 2,82 | 0,418 | 138,39 | 57,8 | 134,7 | 26,9 | 21390 | 0,090 |
| 5,33 | 0,40 | 3,5 | 3,05 | 0,391 | 138,39 | 54,1 | 142,3 | 28,5 | 21390 | 0,084 |
| 5,73 | 0,40 | 3,5 | 3,27 | 0,368 | 138,39 | 50,9 | 149,9 | 30,0 | 21390 | 0,079 |
| 6,13 | 0,40 | 3,5 | 3,50 | 0,346 | 138,39 | 47,9 | 157,5 | 31,5 | 21390 | 0,074 |
| 6,53 | 0,40 | 3,5 | 3,73 | 0,327 | 138,39 | 45,3 | 165,1 | 33,0 | 21390 | 0,070 |
| 6,93 | 0,40 | 3,5 | 3,96 | 0,309 | 138,39 | 42,8 | 172,7 | 34,5 | 21390 | 0,066 |
| 7,33 | 0,40 | 3,5 | 4,19 | 0,294 | 138,39 | 40,7 | 180,3 | 36,1 | 21390 | 0,062 |
| 7,73 | 0,40 | 3,5 | 4,42 | 0,279 | 138,39 | 38,6 | 187,9 | 37,6 | 21390 | 0,059 |
| 8,13 | 0,40 | 3,5 | 4,65 | 0,266 | 138,39 | 36,8 | 195,5 | 39,1 | 21390 | 0,056 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 2,055 |

**Сечение 5:**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование слоя | Zi, м | hi, м | bi, м | ξ=2z/b | α | P0, кПа | Ϭzp, кПа | Ϭzg, кПа | 0,2Ϭzg, кПа | Е, кПа | S, см |
| Песок мелкий средней плотности водонасыщенный | 0,00 | 0,00 | 1,4 | 0,00 | 1,000 | 130,62 | 130,6 | 50,8 | 10,2 | 16660 | - |
| 0,25 | 0,25 | 1,4 | 0,36 | 0,979 | 130,62 | 127,9 | 56,1 | 11,2 | 16660 | 0,155 |
| 0,53 | 0,28 | 1,4 | 0,76 | 0,891 | 130,62 | 116,4 | 58,9 | 11,8 | 22800 | 0,120 |
| Суглинок мягкопластичный | 0,93 | 0,40 | 1,4 | 1,33 | 0,718 | 130,62 | 93,8 | 62,9 | 12,6 | 22800 | 0,148 |
| 1,33 | 0,40 | 1,4 | 1,90 | 0,573 | 130,62 | 74,8 | 66,9 | 13,4 | 22800 | 0,118 |
| 1,73 | 0,40 | 1,4 | 2,47 | 0,467 | 130,62 | 61,0 | 70,9 | 14,2 | 22800 | 0,095 |
| 2,13 | 0,40 | 1,4 | 3,04 | 0,392 | 130,62 | 51,2 | 75,0 | 15,0 | 37490 | 0,048 |
| 2,53 | 0,40 | 1,4 | 3,61 | 0,336 | 130,62 | 43,9 | 79,1 | 15,8 | 37490 | 0,041 |
| 2,93 | 0,40 | 1,4 | 4,19 | 0,294 | 130,62 | 38,4 | 83,2 | 16,6 | 37490 | 0,035 |
| 3,33 | 0,40 | 1,4 | 4,76 | 0,206 | 130,62 | 26,9 | 87,3 | 17,5 | 37490 | 0,028 |
| Глина полутвердая | 3,73 | 0,40 | 1,4 | 5,33 | 0,234 | 130,62 | 30,6 | 91,4 | 18,3 | 37490 | 0,025 |
| 4,13 | 0,40 | 1,4 | 5,90 | 0,212 | 130,62 | 27,7 | 95,5 | 19,1 | 37490 | 0,025 |
| 4,53 | 0,40 | 1,4 | 6,47 | 0,194 | 130,62 | 25,3 | 127,1 | 25,4 | 21390 | 0,040 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 2,055 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

**Проверка неравномерности осадок фундаментов по параллельным осям производится по условию:** 𝑆𝑓1−𝑆𝑓2𝐿≤[∆(𝑆𝑓)𝐿]𝑢

Где 𝑆𝑓1−𝑆𝑓2 - разность осадок фундаментов по абсолютной величине;

L – расстояние между осями фундаментов;

[∆(𝑆𝑓)𝐿]𝑢 = 0,006- предельная неравномерность осадок фундаментов, для зданий и сооружений, в конструкциях которых не возникают усилия от неравномерных осадок.

(1,536−1,449)/652 = 0,0001≤ [∆(𝑆𝑓)𝐿]𝑢 =0,006

**6.Проектирование свайного фундамента**

Назначение предварительной глубины заложения ростверка и решение надростверковой конструкции.

dр=3+0,2+0,6-1=2,8 м.

где 3 – расстояние от отметки пола 1-го этажа до пола подвала;

0,2 – толщина пола подвала;

0,6 – высота ростверка;

1 – высота цоколя (расстояние от отм. 0.00 до отм. NL, DL).

Инженерно-геологические условия и глубина промерзания при назначении dр в данном случае не учитываются. Полученную при dр=2,8 м отметку подошвы ростверка следует считать так же предварительной.

**Выбор вида свай, их длины и поперечного сечения**

В качестве грунта основания применяем 4 слой, а именно глина полутвердая. Сваи забивают без выемки грунта на 1,5 м глубже кровли слоя. Отсюда минимальная длина сваи (учитывая заделку в ростверк на 0,1 м): L =4,6 м.

Сваи применяем железобетонные квадратного сечения, призматические. Погружение в грунт осуществляется с помощью дизель-молота. Размеры поперечного сечения 300х300 мм. Ростверк выполняется из монолитного бетона М300, высотой 600 мм.

**6.1 Определение несущей способности одной сваи:**

Определяем несущую способность одной висячей сваи по формуле (8) СНиП 2.02.03.8

𝐹𝑑=𝛾𝑐(𝛾𝑐𝑅𝑅∙𝐴+𝑢∑𝛾𝑐𝑓𝑓𝑖ℎ𝑖);

где 𝛾𝑐 – коэффициент условий работы сваи в грунте, принимаемый 𝛾𝑐=1;

𝑅 - расчетное сопротивление грунта под нижним концом сваи, кПа

𝐴 - площадь опирания на грунт сваи, м2;

𝑢 - наружный периметр поперечного сечения сваи, м;

𝑓𝑖 - расчетное сопротивление i-го слоя грунта основания на боковой поверхности сваи, кПа (тс/м2), определяемая как удельная сила трения по боковой поверхности сваи в зависимости от расстояния природной отметки рельефа до середины слоя принимается по табл. 2 СНиП 2.02.03-85;

ℎ𝑖 - толщина i-го слоя грунта, соприкасающегося с боковой поверхностью сваи, м;

𝛾𝑐𝑅=𝛾𝑐𝑓=1 - коэффициенты условий работы грунта соответственно под нижним концом и на боковой поверхности сваи, учитывающие влияние способа погружения сваи на расчетные сопротивления грунта и принимаемые по табл. 3 СНиП 2.02.03-85. 𝑎=𝑚𝑝∙𝑃𝑁

mp – число рядов свай

P - допускаемая нагрузка на одну сваю

N - расчетная нагрузка от здания с учетом веса ростверка на 1 п.м. кН N=Np+ Gсумм

Nр– расчетная нагрузка на фундамент

bp - ширина ростверка

hp- высота ростверка

𝑛тр=(𝑁р+𝐺рост+𝐺св+𝐺кпп+𝐺гр+𝐺фбс)Р

𝑃 - допускаемая нагрузка на одну сваю

𝑁 - расчетная нагрузка от здания, кН

𝐺роств=𝑏𝑝∗ℎ𝑝∗𝑙𝑝∗𝛾𝑝 – нагрузка от веса ростверка, кН

𝑏𝑝 - ширина ростверка

ℎ𝑝- высота ростверка

𝛾𝑝 - удельный вес ростверка (𝛾𝑝=24 кН/м3)

𝐺св=𝑏св∗ℎсв∗𝑙св∗𝛾св – нагрузка от веса сваи, кН

bсв, hсв – сечение сваи

lсв – длина сваи

𝛾𝑝 - удельный вес сваи (𝛾𝑝=25 кН/м3)

Принимаем сваю марки С50.30; длина сваи 6000 мм, длина острия 250 мм, ширина 300 мм.

**Сечение 1**

По таблицам определяем:

𝑅=4312 кПа;

h1=0,3; z1=2,65; f1=33,25 кПа

ℎ2=0,23 м; 𝑧2=2,92 м; 𝑓2=42,4 кПа

ℎ3=1,83 м; 𝑧3=3,95 м; 𝑓3=15,9 кПа

ℎ4=1 м; 𝑧4=5,37 м; 𝑓4=17,4 кПа

ℎ5=1,84 м; 𝑧5=6,78 м; 𝑓5=52,8 кПа

h6=0,7 м; z6=8,2; f6=55,1 кПа

ℎ𝑖 – толщина i-го слоя грунта, соприкасающегося с боковой поверхностью сваи, м; hi < 2м. 𝐴=0,09 м2 𝑢=1,2м 𝐹𝑑=1(1∙4312∙0,09+1,2(1\*0,3\*33,25+1∙42,4∙0,23+1∙15,9∙1,83+1∙17,4∙1+1∙52,8∙1,84+1\*55,1\*0,7))=638,28 кН

Допускаемая нагрузка на одну сваю: 𝑃 = = = 455,91 кН

где 𝛾𝑘=1,4 – коэффициент по нагружению.

Определяем расстояние 𝒂 между осями свай

𝑎=mp∙P/Nр+Gсумм = = 0,97 м

Gроств = 0,6\*1\*0,6\*24 = 8,64

𝐺св=0,3\*0,3\*5\*25\*1,1=12,38 [кН]

𝐺кпп=(1\*0,2)\*1\*24=4,8[кН]

Gфбс=(2,4\*0,4)\*1\*24\*1,1=2,5 [кН]

𝐺гр=0[кН], так как dроств=dфбс=0,6 м

𝑛тр= = 1,11сваип.метр

Принимаем шаг, равный 0,9 м

Принимаем количество свай равное 1 шт.

**Сечение 2**

По таблицам определяем:

𝑅=4312 кПа;

h1=0,3; z1=2,65; f1=33,25 кПа

ℎ2=0,23 м; 𝑧2=2,92 м; 𝑓2=42,4 кПа

ℎ3=1,83 м; 𝑧3=3,95 м; 𝑓3=15,9 кПа

ℎ4=1 м; 𝑧4=5,37 м; 𝑓4=17,4 кПа

ℎ5=1,84 м; 𝑧5=6,78 м; 𝑓5=52,8 кПа

h6=0,7 м; z6=8,2; f6=55,1 кПа

ℎ𝑖 – толщина i-го слоя грунта, соприкасающегося с боковой поверхностью сваи, м; hi < 2м. 𝐴=0,09 м2 𝑢=1,2м 𝐹𝑑=1(1∙4312∙0,09+1,2(1\*0,3\*33,25+1∙42,4∙0,23+1∙15,9∙1,83+1∙17,4∙1+1∙52,8∙1,84+1\*55,1\*0,7))=638,28 кН

Допускаемая нагрузка на одну сваю: 𝑃 = = = 455,91 кН

где 𝛾𝑘=1,4 – коэффициент по нагружению.

Определяем расстояние 𝒂 между осями свай

𝑎=mp∙P/Nр+Gсумм = = 1,1 м

Gроств = 0,6\*1\*0,6\*24 = 8,64

𝐺св=0,3\*0,3\*5\*25\*1,1=12,38 [кН]

𝐺кпп=(1\*0,2)\*1\*24=4,8[кН]

Gфбс=(2,4\*0,4)\*1\*24\*1,1=2,5 [кН]

𝐺гр=0[кН], так как dроств=dфбс=0,6 м

𝑛тр= = 0,83сваип.метр

Принимаем шаг, равный 0,9 м

Принимаем количество свай равное 1 шт.

**Сечение 3**

По таблицам определяем:

𝑅=4312 кПа;

h1=0,3; z1=2,65; f1=33,25 кПа

ℎ2=0,23 м; 𝑧2=2,92 м; 𝑓2=42,4 кПа

ℎ3=1,83 м; 𝑧3=3,95 м; 𝑓3=15,9 кПа

ℎ4=1 м; 𝑧4=5,37 м; 𝑓4=17,4 кПа

ℎ5=1,84 м; 𝑧5=6,78 м; 𝑓5=52,8 кПа

h6=0,7 м; z6=8,2; f6=55,1 кПа

ℎ𝑖 – толщина i-го слоя грунта, соприкасающегося с боковой поверхностью сваи, м; hi < 2м. 𝐴=0,09 м2 𝑢=1,2м 𝐹𝑑=1(1∙4312∙0,09+1,2(1\*0,3\*33,25+1∙42,4∙0,23+1∙15,9∙1,83+1∙17,4∙1+1∙52,8∙1,84+1\*55,1\*0,7))=638,28 кН

Допускаемая нагрузка на одну сваю: 𝑃 = = = 455,91 кН

где 𝛾𝑘=1,4 – коэффициент по нагружению.

Определяем расстояние 𝒂 между осями свай

𝑎=mp∙P/Nр+Gсумм = = 0,8 м

Gроств = 0,6\*1\*0,6\*24 = 8,64

𝐺св=0,3\*0,3\*5\*25\*1,1=12,38 [кН]

𝐺кпп=(1\*0,2)\*1\*24=4,8[кН]

Gфбс=(2,4\*0,4)\*1\*24\*1,1=2,5 [кН]

𝐺гр=0[кН], так как dроств=dфбс=0,6 м

𝑛тр= = 1,11сваип.метр

Принимаем шаг, равный 0,9 м

Принимаем количество свай равное 1 шт.

**Сечение 4**

По таблицам определяем:

𝑅=4312 кПа;

h1=0,3; z1=2,65; f1=33,25 кПа

ℎ2=0,23 м; 𝑧2=2,92 м; 𝑓2=42,4 кПа

ℎ3=1,83 м; 𝑧3=3,95 м; 𝑓3=15,9 кПа

ℎ4=1 м; 𝑧4=5,37 м; 𝑓4=17,4 кПа

ℎ5=1,84 м; 𝑧5=6,78 м; 𝑓5=52,8 кПа

h6=0,7 м; z6=8,2; f6=55,1 кПа

ℎ𝑖 – толщина i-го слоя грунта, соприкасающегося с боковой поверхностью сваи, м; hi < 2м. 𝐴=0,09 м2 𝑢=1,2м 𝐹𝑑=1(1∙4312∙0,09+1,2(1\*0,3\*33,25+1∙42,4∙0,23+1∙15,9∙1,83+1∙17,4∙1+1∙52,8∙1,84+1\*55,1\*0,7))=638,28 кН

Допускаемая нагрузка на одну сваю: 𝑃 = = = 455,91 кН

где 𝛾𝑘=1,4 – коэффициент по нагружению.

Определяем расстояние 𝒂 между осями свай

𝑎=mp∙P/Nр+Gсумм = = 0,7 м

Gроств = 0,6\*1\*0,6\*24 = 8,64

𝐺св=0,3\*0,3\*5\*25\*1,1=12,38 [кН]

𝐺кпп=(1\*0,2)\*1\*24=4,8[кН]

Gфбс=(2,4\*0,4)\*1\*24\*1,1=2,5 [кН]

𝐺гр=0[кН], так как dроств=dфбс=0,6 м

𝑛тр= = 1,1сваип.метр

Принимаем шаг, равный 0,9 м

Принимаем количество свай равное 1 шт.

**Сечение 5**

По таблицам определяем:

𝑅=4312 кПа;

h1=0,3; z1=2,65; f1=33,25 кПа

ℎ2=0,23 м; 𝑧2=2,92 м; 𝑓2=42,4 кПа

ℎ3=1,83 м; 𝑧3=3,95 м; 𝑓3=15,9 кПа

ℎ4=1 м; 𝑧4=5,37 м; 𝑓4=17,4 кПа

ℎ5=1,84 м; 𝑧5=6,78 м; 𝑓5=52,8 кПа

h6=0,7 м; z6=8,2; f6=55,1 кПа

ℎ𝑖 – толщина i-го слоя грунта, соприкасающегося с боковой поверхностью сваи, м; hi < 2м. 𝐴=0,09 м2 𝑢=1,2м 𝐹𝑑=1(1∙4312∙0,09+1,2(1\*33,25\*0,3+1∙42,4∙0,23+1∙15,9∙1,83+1∙17,4∙1+1∙52,8∙1,84+1\*55,1\*0,7))=638,28 кН

Допускаемая нагрузка на одну сваю: 𝑃 = = = 455,91 кН

где 𝛾𝑘=1,4 – коэффициент по нагружению.

Определяем расстояние 𝒂 между осями свай

𝑎=mp∙P/Nр+Gсумм = = 1,5 м

Gроств = 0,6\*1\*0,6\*24 = 8,64

𝐺св=0,3\*0,3\*5\*25\*1,1=12,38 [кН]

𝐺кпп=(1\*0,2)\*1\*24=4,8[кН]

Gфбс=(2,4\*0,4)\*1\*24\*1,1=2,5 [кН]

𝐺гр=0[кН], так как dроств=dфбс=0,6 м

𝑛тр= = 0,6сваип.метр

Принимаем шаг, равный 0,9 м

Принимаем количество свай равное 1 шт.

Поэтому, из конструктивных соображений и практики строительства, оставляем hp=0,6 м и не делаем пересчетов. Итак, полученные размеры ростверка составляют:

Ширина bр=0,3+0,15\*2=0,6 м, высота hр=0,6 м

6.2 Проверка прочности грунта под нижним концом сваи

Расчёт выполнения условия I предельного состояния

𝐹≤𝑃св кН;

Где 𝐹− расчетная нагрузка передаваемая на сваи, то есть фактическая нагрузка: 𝐹=𝑁𝑖+1,2(𝑄+𝐺)/𝑛

где 𝑄− вес ростверка и надростверковой конструкции;

𝐺− вес пригрузки ростверка грунтом и полом подвала;

Вес ростверка Qр=0,6×1×0,6×24=8,64 кН;

Вес надростверковой конструкции Qнк=(0,6×0,4×1×4) ×22=21,2 кН;

Общий вес Q ростверка и надростверковой конструкции:

Q= Qр + Qнк=8,64+21,2=29,84 кН.

Вес грунта на внешнем обрезе ростверка Gгр=2,3×0,1×γср;

где γср – средний удельный вес засыпки пазухи:

𝛾ср = кН/м3

Gгр=1,9\*0,1\*15,6=2,96 кН.

Вес пригрузки ростверка грунтом и полом подвала; GП=0,2×0,1×1×22=0,44кН.

Общий вес G пригрузки ростверка грунтом и полом подвала:

G=Gгр+GП=2,96+0,44=3,4 кН.

**Для сечения 1:**

*= кН*

Расчетная допускаемая нагрузка на сваю

Проверяем выполнение условия первого предельного состояния:

F £ Fd , 353,79 кН < 455,91 кН - условия выполняются.

**Для сечения 2:**

*=*

Расчетная допускаемая нагрузка на сваю

Проверяем выполнение условия первого предельного состояния:

F £ Fd , 411.31 кН < 455,91 кН - условия выполняются.

**Для сечения 3:**

*=*

Расчетная допускаемая нагрузка на сваю

Проверяем выполнение условия первого предельного состояния:

F £ Fd , 419,57 кН < 455,91 кН - условия выполняются.

**Для сечения 4:**

*=*

Расчетная допускаемая нагрузка на сваю

Проверяем выполнение условия первого предельного состояния:

F £ Fd , 447,87 кН < 455,91 кН - условия выполняются.

**Для сечения 5:**

*=*

Расчетная допускаемая нагрузка на сваю

Проверяем выполнение условия первого предельного состояния:

F £ Fd , 464,36 кН < 455,91 кН - условия выполняются.

**Расчёт основания свайного фундамента по II группе предельных состояний – по деформациям**

Площадь условного ленточного фундамента:

а) 𝐴усл=𝑏усл⋅1пог.м=𝑏усл=𝑑+2𝑙св𝑡𝑔⋅𝜙ср4, где

φср – среднее значение угла внутреннего трения грунтов, залегающих в пределах рабочей длины сваи lсв=5,9 м.

φср=(φ1∗h1+φ2∗h2+φ3∗h3+φ4∗h4)/h2+h2+h3+h4=13,7∗1,45+22,9∗1,37+22,9∗1+39,6∗1,081,45+1,37+1+1,08= 22,90°

𝜙ср4=22,90°/4=5,73°; 𝑡𝑔 5,73°=0,100;

𝑏усл=0,3+2⋅5,9⋅0,100=1,48 м,

Аусл=𝑏усл⋅1пог.м=1,48 м2.

б) Объёмы условного фундамента, всех входящих в него конструктивных элементов и грунта:

- условного фундамента: Vусл=Аусл\*hусл=1,48\*8,4=10.21 м3;

- ростверка: Vр=0,6\*0,6\*1=0,36 м3;

- части стены подвала, расположенной ниже верха условного фундамента (ниже отметки DL): Vчсп=0,6\*2\*1=1,2 м3;

Vчсп=0,4\*2\*1=0,8 м3

- части пола подвала (справа от стены подвала): Vчпп=0,2\*0,6\*1=0,12 м3;

- части подвала, примыкающего к стене и ограниченного справа стороной условного фундамента: Vчп=1,8\*0,6\*1=1,08 м3;

- грунта:Vгр.усл.=Vусл-Vр-Vчсп-Vчпп-Vчп=10,21-0,36-1,2-0,64-0,12-1,08=6,81 м3;

Объём свай не вычитается из объема Vусл. При подсчете веса грунта в условном фундаменте Gгр.усл. не учитывается увеличение его удельного веса 𝛾срупл за счёт уплотнения при забивке свай.

Принимается, что 𝐺гр.упл.=𝑉гр.упл.⋅𝛾ср≈(𝑉гр.усл.−𝑉св)⋅𝛾срупл

в) Нагрузки от собственного веса всех составных частей условного фундамента и от сооружения:

- ростверка и всей надростверковой конструкции, то есть всей стены подвала, включая её часть, расположенную выше отметки DL:

Q=Qр+Qнк=29,84 кН

- части пола подвала Qчпп=Vчпп\*γб=0,120\*22=2,64 кН;

- свай (1 свая с рабочей длиной lсв=5,9 м):

Qсв= (0,32\*5,9\*24)\*1=12,74кН;

- грунта в объёме условного фундамента: Qгр.усл=Vгр. усл.\*γII,ср.усл.;

𝛾𝐼𝐼,ср.усл.=𝛾𝐼𝐼,1⋅ℎ1+...+𝛾𝐼𝐼,5⋅ℎ5/ ℎ1+...+ℎ5кН/м3; 𝛾𝑠𝑏(1)=6,463 кН/м3

𝛾𝐼𝐼,ср.усл.= 15,29 ⋅1,76+19,47⋅1,04+9,83⋅0,23+18,64⋅2,83+20,52⋅2,54/ 1,76+1,04+0,23+2,83+2,54 =18,37 кН/м3;

Qгр.усл.=6,81\*18,37=125,1кН.

Вычисляем расчётное сопротивление грунта основания:

γс1=1,25; γс2=1,4;k=1;Mγ=0,51;Mq=3,06;Mc=5,66;

𝑑1 = ℎ𝑠 + ℎ𝑐𝑓 (𝛾𝑐𝑓/ 𝛾𝐼𝐼 ′) = 6,0 + 0,3(22/18,37) = 6,36 м,

𝛾𝐼𝐼 ′ = 𝛾ср.усл. = 18,37кН/м3; γII=γ4=20,52кН/м3;

**Для сечения 1:**

Среднее давление р под подошвой условного фундамента

𝑝=𝑁𝐼𝐼+𝑄гр.усл.+𝑄+𝑄чпп+𝑄св/Аусл.=352,82+125,1+29,84+2,64+12,74/ 1,48=519кПа

Условие р≤R выполняется: 361,22 кПа < 1438,92 кПа.

**Для сечения 2:**

Среднее давление р под подошвой условного фундамента

𝑝=𝑁𝐼𝐼+𝑄гр.усл.+𝑄+𝑄чпп+𝑄св/Аусл.=301,5+125,1+29,84+2,64+12,74/ 1,48=467,69кПа

Условие р≤R выполняется: 467,69 кПа < 1438,92 кПа.

**Для сечения 3:**

Среднее давление р под подошвой условного фундамента

𝑝=𝑁𝐼𝐼+𝑄гр.усл.+𝑄+𝑄чпп+𝑄св/Аусл.=425,84+125,1+29,84+2,64+12,74/ 1,48=592,03кПа

Условие р≤R выполняется: 592,03 кПа < 1438,92 кПа.

**Для сечения 4:**

Среднее давление р под подошвой условного фундамента

𝑝=𝑁𝐼𝐼+𝑄гр.усл.+𝑄+𝑄чпп+𝑄св/Аусл.=535,28+125,1+29,84+2,64+12,74/ 1,48=701,47кПа

Условие р≤R выполняется: 701,47 кПа < 1438,92 кПа.

**Для сечения 5:**

Среднее давление р под подошвой условного фундамента

𝑝=𝑁𝐼𝐼+𝑄гр.усл.+𝑄+𝑄чпп+𝑄св/Аусл.=187,36+125,1+29,84+2,64+12,74/ 1,48=353,55кПа

Условие р≤R выполняется: 353,55 кПа < 1438,92 кПа.

Расчёт осадки методами, основанными на теории линейного деформирования грунта, правомерен, поэтому далее производится расчёт осадки методом послойного суммирования или методом эквивалентного слоя.

**6.3 Расчет осадки фундамента по методу послойного суммирования**

Осадка основания S с использованием расчетной схемы в виде линейно-деформируемого полупространства определяется методом послойного суммирования по формуле: 𝑆=𝛽∑𝜎𝑧𝑝𝑖ℎ𝑖𝐸𝑖

где 𝛽=0,8 – безразмерный коэффициент;

𝜎𝑧𝑝𝑖 – среднее значение дополнительного вертикального нормального напряжения в i-том слое грунта, равное полусумме указанных напряжений на верхней zi-l и нижней zi границах слоя по вертикали, проходящей через центр подошвы фундамента (см. п.п. 2-4);

ℎ𝑖 и 𝐸𝑖 – соответственно толщина и модуль деформации i-го слоя грунта;

𝑛 – число слоев, на которые разбита сжимаемая толща основания.

Осадка рассчитывается до тех пор, пока внешние нагрузки не будут превышать 20 % от напряжений собственного веса, т.е. 𝜎𝑧𝑝<0,2𝜎𝑧𝑔.

При этом распределение вертикальных нормальных напряжений по глубине основания принимается в соответствии со схемой, приведенной на рис. 9.

В результате расчетов должно выполняться условие: 𝑆<𝑆𝑢

𝑆𝑢=10см – предельно допустимая осадка, определяемая по приложению №4 СНиП 2.02.01-83\*

**Осадка свайного фундамента в сечении 1**

Ширина подошвы фундамента b = 2,54 м.

Давление под подошвой Р = 519кПа

Ро=Р-σzp0= 519 - 8,4\*18,37=364,69 кПа

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование слоя | Zi, м | hi, м | bi, м | ξ=2z/b | α | P0, кПа | Ϭzp, кПа | Ϭzg, кПа | 0,2Ϭzg, кПа | Е, кПа | S, см |
|  | 0,00 | 0,00 | 2,5 | 0,00 | 1,000 | 364,69 | 364,7 | 154,3 | 30,9 | 11700 | - |
| 0,40 | 0,40 | 2,5 | 0,32 | 0,986 | 364,69 | 359,6 | 162,7 | 32,5 | 11700 | 0,990 |
| 0,80 | 0,40 | 2,5 | 0,64 | 0,958 | 364,69 | 349,4 | 166,7 | 33,3 | 11700 | 0,970 |
| 1,20 | 0,40 | 2,5 | 0,96 | 0,891 | 364,69 | 324,9 | 170,7 | 34,1 | 11700 | 0,922 |
| 1,60 | 0,40 | 2,5 | 1,28 | 0,787 | 364,69 | 287,0 | 174,7 | 34,9 | 16700 | 0,586 |
| 2,00 | 0,40 | 2,5 | 1,60 | 0,690 | 364,69 | 251,6 | 178,7 | 35,7 | 16700 | 0,516 |
| 2,40 | 0,40 | 2,5 | 1,92 | 0,603 | 364,69 | 219,9 | 182,8 | 36,6 | 16700 | 0,452 |
| 2,80 | 0,40 | 2,5 | 2,24 | 0,532 | 364,69 | 194,0 | 186,9 | 37,4 | 16700 | 0,397 |
| 3,20 | 0,40 | 2,5 | 2,56 | 0,471 | 364,69 | 171,8 | 191,0 | 38,2 | 16700 | 0,350 |
| 3,60 | 0,40 | 2,5 | 2,88 | 0,440 | 364,69 | 160,5 | 195,1 | 39,0 | 16700 | 0,318 |
| 4,00 | 0,40 | 2,5 | 3,20 | 0,398 | 364,69 | 145,1 | 199,2 | 39,8 | 48000 | 0,102 |
| 4,40 | 0,40 | 2,5 | 3,52 | 0,362 | 364,69 | 132,0 | 203,3 | 40,7 | 48000 | 0,092 |
|  | 4,80 | 0,40 | 2,5 | 3,84 | 0,318 | 364,69 | 116,0 | 234,9 | 47,0 | 48000 | 0,083 |
| 5,20 | 0,40 | 2,5 | 4,16 | 0,296 | 364,69 | 107,9 | 266,5 | 53,3 | 48000 | 0,075 |
| 5,60 | 0,40 | 2,5 | 4,48 | 0,276 | 364,69 | 100,7 | 298,1 | 59,6 | 48000 | 0,070 |
| 6,00 | 0,40 | 2,5 | 4,80 | 0,258 | 364,69 | 94,1 | 329,7 | 65,9 | 48000 | 0,065 |
| 6,40 | 0,40 | 2,5 | 5,12 | 0,243 | 364,69 | 88,6 | 361,3 | 72,3 | 48000 | 0,061 |
| 6,80 | 0,40 | 2,5 | 5,44 | 0,229 | 364,69 | 83,5 | 392,9 | 78,6 | 48000 | 0,057 |
| 7,20 | 0,40 | 2,5 | 5,76 | 0,217 | 364,69 | 79,1 | 424,5 | 84,9 | 48000 | 0,054 |
|  | | | | | | | | | | | 2,176 |

𝑆=2,176 см<𝑆𝑢– условие выполняется

# 

**Осадка свайного фундамента в сечении 2**

Ширина подошвы фундамента b = 2,54 м.

Давление под подошвой Р = 467,69кПа

Ро=Р-σzp0= 467,69 - 8,4\*18,37=313,38 кПа

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование слоя | Zi, м | hi, м | bi, м | ξ=2z/b | α | P0, кПа | Ϭzp, кПа | Ϭzg, кПа | 0,2Ϭzg, кПа | Е, кПа | S, см |
|  | 0,00 | 0,00 | 2,5 | 0,00 | 1,000 | 313,38 | 313,4 | 154,3 | 30,9 | 11700 | - |
| 0,40 | 0,40 | 2,5 | 0,32 | 0,986 | 313,38 | 309,0 | 162,7 | 32,5 | 11700 | 0,851 |
| 0,80 | 0,40 | 2,5 | 0,64 | 0,958 | 313,38 | 300,2 | 166,7 | 33,3 | 11700 | 0,833 |
| 1,20 | 0,40 | 2,5 | 0,96 | 0,891 | 313,38 | 279,2 | 170,7 | 34,1 | 11700 | 0,792 |
| 1,60 | 0,40 | 2,5 | 1,28 | 0,787 | 313,38 | 246,6 | 174,7 | 34,9 | 16700 | 0,504 |
| 2,00 | 0,40 | 2,5 | 1,60 | 0,690 | 313,38 | 216,2 | 178,7 | 35,7 | 16700 | 0,443 |
| 2,40 | 0,40 | 2,5 | 1,92 | 0,603 | 313,38 | 189,0 | 182,8 | 36,6 | 16700 | 0,388 |
| 2,80 | 0,40 | 2,5 | 2,24 | 0,532 | 313,38 | 166,7 | 186,9 | 37,4 | 16700 | 0,341 |
| 3,20 | 0,40 | 2,5 | 2,56 | 0,471 | 313,38 | 147,6 | 191,0 | 38,2 | 16700 | 0,301 |
| 3,60 | 0,40 | 2,5 | 2,88 | 0,440 | 313,38 | 137,9 | 195,1 | 39,0 | 16700 | 0,274 |
| 4,00 | 0,40 | 2,5 | 3,20 | 0,398 | 313,38 | 124,7 | 199,2 | 39,8 | 48000 | 0,088 |
| 4,40 | 0,40 | 2,5 | 3,52 | 0,362 | 313,38 | 113,4 | 203,3 | 40,7 | 48000 | 0,079 |
| 4,80 | 0,40 | 2,5 | 3,84 | 0,318 | 313,38 | 99,7 | 234,9 | 47,0 | 48000 | 0,071 |
| 5,20 | 0,40 | 2,5 | 4,16 | 0,296 | 313,38 | 92,8 | 266,5 | 53,3 | 48000 | 0,064 |
| 5,60 | 0,40 | 2,5 | 4,48 | 0,276 | 313,38 | 86,5 | 298,1 | 59,6 | 48000 | 0,060 |
| 6,00 | 0,40 | 2,5 | 4,80 | 0,258 | 313,38 | 80,9 | 329,7 | 65,9 | 48000 | 0,056 |
| 6,40 | 0,40 | 2,5 | 5,12 | 0,243 | 313,38 | 76,2 | 361,3 | 72,3 | 48000 | 0,052 |
| 6,80 | 0,40 | 2,5 | 5,44 | 0,229 | 313,38 | 71,8 | 392,9 | 78,6 | 48000 | 0,049 |
|  | | | | | | | | | | | 1,870 |

𝑆=1,870 см<𝑆𝑢– условие выполняется

**Осадка свайного фундамента в сечении 3**

Ширина подошвы фундамента b = 2,54 м.

Давление под подошвой Р = 592,03кПа

Ро=Р-σzp0= 592,03 - 8,4\*18,37=437,72 кПа

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование слоя | Zi, м | hi, м | bi, м | ξ=2z/b | α | P0, кПа | Ϭzp, кПа | Ϭzg, кПа | 0,2Ϭzg, кПа | Е, кПа | S, см |
|  | 0,00 | 0,00 | 2,5 | 0,00 | 1,000 | 437,72 | 437,7 | 154,3 | 30,9 | 11700 | - |
| 0,40 | 0,40 | 2,5 | 0,32 | 0,986 | 437,72 | 431,6 | 162,7 | 32,5 | 11700 | 1,189 |
| 0,80 | 0,40 | 2,5 | 0,64 | 0,958 | 437,72 | 419,3 | 166,7 | 33,3 | 11700 | 1,164 |
| 1,20 | 0,40 | 2,5 | 0,96 | 0,891 | 437,72 | 390,0 | 170,7 | 34,1 | 11700 | 1,107 |
| 1,60 | 0,40 | 2,5 | 1,28 | 0,787 | 437,72 | 344,5 | 174,7 | 34,9 | 16700 | 0,704 |
| 2,00 | 0,40 | 2,5 | 1,60 | 0,690 | 437,72 | 302,0 | 178,7 | 35,7 | 16700 | 0,619 |
| 2,40 | 0,40 | 2,5 | 1,92 | 0,603 | 437,72 | 263,9 | 182,8 | 36,6 | 16700 | 0,542 |
| 2,80 | 0,40 | 2,5 | 2,24 | 0,532 | 437,72 | 232,9 | 186,9 | 37,4 | 16700 | 0,476 |
| 3,20 | 0,40 | 2,5 | 2,56 | 0,471 | 437,72 | 206,2 | 191,0 | 38,2 | 16700 | 0,421 |
| 3,60 | 0,40 | 2,5 | 2,88 | 0,440 | 437,72 | 192,6 | 195,1 | 39,0 | 16700 | 0,382 |
| 4,00 | 0,40 | 2,5 | 3,20 | 0,398 | 437,72 | 174,2 | 199,2 | 39,8 | 48000 | 0,122 |
| 4,40 | 0,40 | 2,5 | 3,52 | 0,362 | 437,72 | 158,5 | 203,3 | 40,7 | 48000 | 0,111 |
| 4,80 | 0,40 | 2,5 | 3,84 | 0,318 | 437,72 | 139,2 | 234,9 | 47,0 | 48000 | 0,099 |
| 5,20 | 0,40 | 2,5 | 4,16 | 0,296 | 437,72 | 129,6 | 266,5 | 53,3 | 48000 | 0,090 |
| 5,60 | 0,40 | 2,5 | 4,48 | 0,276 | 437,72 | 120,8 | 298,1 | 59,6 | 48000 | 0,083 |
| 6,00 | 0,40 | 2,5 | 4,80 | 0,258 | 437,72 | 112,9 | 329,7 | 65,9 | 48000 | 0,078 |
| 6,40 | 0,40 | 2,5 | 5,12 | 0,243 | 437,72 | 106,4 | 361,3 | 72,3 | 48000 | 0,073 |
| 6,80 | 0,40 | 2,5 | 5,44 | 0,229 | 437,72 | 100,2 | 392,9 | 78,6 | 48000 | 0,069 |
| 7,20 | 0,40 | 2,5 | 5,76 | 0,217 | 437,72 | 95,0 | 424,5 | 84,9 | 48000 | 0,065 |
| 7,60 | 0,40 | 2,5 | 6,08 | 0,204 | 437,72 | 89,1 | 456,1 | 91,2 | 48000 | 0,061 |
|  | | | | | | | | | | | 1,712 |

𝑆=1,712 см<𝑆𝑢– условие выполняется

**Осадка свайного фундамента в сечении 4**

Ширина подошвы фундамента b = 2,54 м.

Давление под подошвой Р = 701,47кПа

Ро=Р-σzp0= 701,47 - 8,4\*18,37=574,16 кПа

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование слоя | Zi, м | hi, м | bi, м | ξ=2z/b | α | P0, кПа | Ϭzp, кПа | Ϭzg, кПа | 0,2Ϭzg, кПа | Е, кПа | S, см |
|  | 0,00 | 0,00 | 2,5 | 0,00 | 1,000 | 574,16 | 574,2 | 154,3 | 30,9 | 11700 | - |
| 0,40 | 0,40 | 2,5 | 0,32 | 0,986 | 574,16 | 566,1 | 162,7 | 32,5 | 11700 | 1,559 |
| 0,80 | 0,40 | 2,5 | 0,64 | 0,958 | 574,16 | 550,0 | 166,7 | 33,3 | 11700 | 1,526 |
| 1,20 | 0,40 | 2,5 | 0,96 | 0,891 | 574,16 | 511,6 | 170,7 | 34,1 | 11700 | 1,452 |
| 1,60 | 0,40 | 2,5 | 1,28 | 0,787 | 574,16 | 451,9 | 174,7 | 34,9 | 16700 | 0,923 |
| 2,00 | 0,40 | 2,5 | 1,60 | 0,690 | 574,16 | 396,2 | 178,7 | 35,7 | 16700 | 0,813 |
| 2,40 | 0,40 | 2,5 | 1,92 | 0,603 | 574,16 | 346,2 | 182,8 | 36,6 | 16700 | 0,711 |
| 2,80 | 0,40 | 2,5 | 2,24 | 0,532 | 574,16 | 305,5 | 186,9 | 37,4 | 16700 | 0,624 |
| 3,20 | 0,40 | 2,5 | 2,56 | 0,471 | 574,16 | 270,4 | 191,0 | 38,2 | 16700 | 0,552 |
| 3,60 | 0,40 | 2,5 | 2,88 | 0,440 | 574,16 | 252,6 | 195,1 | 39,0 | 16700 | 0,501 |
| 4,00 | 0,40 | 2,5 | 3,20 | 0,398 | 574,16 | 228,5 | 199,2 | 39,8 | 48000 | 0,160 |
| 4,40 | 0,40 | 2,5 | 3,52 | 0,362 | 574,16 | 207,8 | 203,3 | 40,7 | 48000 | 0,145 |
| 4,80 | 0,40 | 2,5 | 3,84 | 0,318 | 574,16 | 182,6 | 234,9 | 47,0 | 48000 | 0,130 |
| 5,20 | 0,40 | 2,5 | 4,16 | 0,296 | 574,16 | 170,0 | 266,5 | 53,3 | 48000 | 0,118 |
| 5,60 | 0,40 | 2,5 | 4,48 | 0,276 | 574,16 | 158,5 | 298,1 | 59,6 | 48000 | 0,110 |
| 6,00 | 0,40 | 2,5 | 4,80 | 0,258 | 574,16 | 148,1 | 329,7 | 65,9 | 48000 | 0,102 |
| 6,40 | 0,40 | 2,5 | 5,12 | 0,243 | 574,16 | 139,5 | 361,3 | 72,3 | 48000 | 0,096 |
| 6,80 | 0,40 | 2,5 | 5,44 | 0,229 | 574,16 | 131,5 | 392,9 | 78,6 | 48000 | 0,090 |
| 7,20 | 0,40 | 2,5 | 5,76 | 0,217 | 574,16 | 124,6 | 424,5 | 84,9 | 48000 | 0,085 |
| 7,60 | 0,40 | 2,5 | 6,08 | 0,204 | 574,16 | 116,9 | 456,1 | 91,2 | 48000 | 0,081 |
| 8,00 | 0,40 | 2,5 | 6,40 | 0,191 | 574,16 | 109,5 | 487,7 | 97,5 | 48000 | 0,075 |
| 8,40 | 0,40 | 2,5 | 6,72 | 0,178 | 574,16 | 102,2 | 519,3 | 103,9 | 48000 | 0,071 |
| 6,069 |

𝑆=6,096 см<𝑆𝑢– условие выполняется

**Осадка свайного фундамента в сечении 5**

Ширина подошвы фундамента b = 2,54 м.

Давление под подошвой Р = 353,55кПа

Ро=Р-σzp0= 353,55 - 8,4\*18,37=199,24 кПа

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование слоя | Zi, м | hi, м | bi, м | ξ=2z/b | α | P0, кПа | Ϭzp, кПа | Ϭzg, кПа | 0,2Ϭzg, кПа | Е, кПа | S, см |
|  | 0,00 | 0,00 | 2,5 | 0,00 | 1,000 | 199,24 | 199,2 | 154,3 | 30,9 | 11700 | - |
| 0,40 | 0,40 | 2,5 | 0,32 | 0,986 | 199,24 | 196,5 | 162,7 | 32,5 | 11700 | 0,541 |
| 0,80 | 0,40 | 2,5 | 0,64 | 0,958 | 199,24 | 190,9 | 166,7 | 33,3 | 11700 | 0,530 |
| 1,20 | 0,40 | 2,5 | 0,96 | 0,891 | 199,24 | 177,5 | 170,7 | 34,1 | 11700 | 0,504 |
| 1,60 | 0,40 | 2,5 | 1,28 | 0,787 | 199,24 | 156,8 | 174,7 | 34,9 | 16700 | 0,320 |
| 2,00 | 0,40 | 2,5 | 1,60 | 0,690 | 199,24 | 137,5 | 178,7 | 35,7 | 16700 | 0,282 |
| 2,40 | 0,40 | 2,5 | 1,92 | 0,603 | 199,24 | 120,1 | 182,8 | 36,6 | 16700 | 0,247 |
| 2,80 | 0,40 | 2,5 | 2,24 | 0,532 | 199,24 | 106,0 | 186,9 | 37,4 | 16700 | 0,217 |
| 3,20 | 0,40 | 2,5 | 2,56 | 0,471 | 199,24 | 93,8 | 191,0 | 38,2 | 16700 | 0,191 |
| 3,60 | 0,40 | 2,5 | 2,88 | 0,440 | 199,24 | 87,7 | 195,1 | 39,0 | 16700 | 0,174 |
| 4,00 | 0,40 | 2,5 | 3,20 | 0,398 | 199,24 | 79,3 | 199,2 | 39,8 | 48000 | 0,056 |
| 4,40 | 0,40 | 2,5 | 3,52 | 0,362 | 199,24 | 72,1 | 203,3 | 40,7 | 48000 | 0,050 |
| 4,80 | 0,40 | 2,5 | 3,84 | 0,318 | 199,24 | 63,4 | 234,9 | 47,0 | 48000 | 0,045 |
| 5,20 | 0,40 | 2,5 | 4,16 | 0,296 | 199,24 | 59,0 | 266,5 | 53,3 | 48000 | 0,041 |
| 5,60 | 0,40 | 2,5 | 4,48 | 0,276 | 199,24 | 55,0 | 298,1 | 59,6 | 48000 | 0,038 |
| 2,254 |

𝑆=2,254 см<𝑆𝑢– условие выполняется

# 7. Технико-экономическое сравнение вариантов фундамента

**Для окончательного выбора фундамента необходимо сравнить ТЭП работ для устройства столбчатого и свайного фундаментов, на основании результатов выбрать наиболее экономичный вариант.**

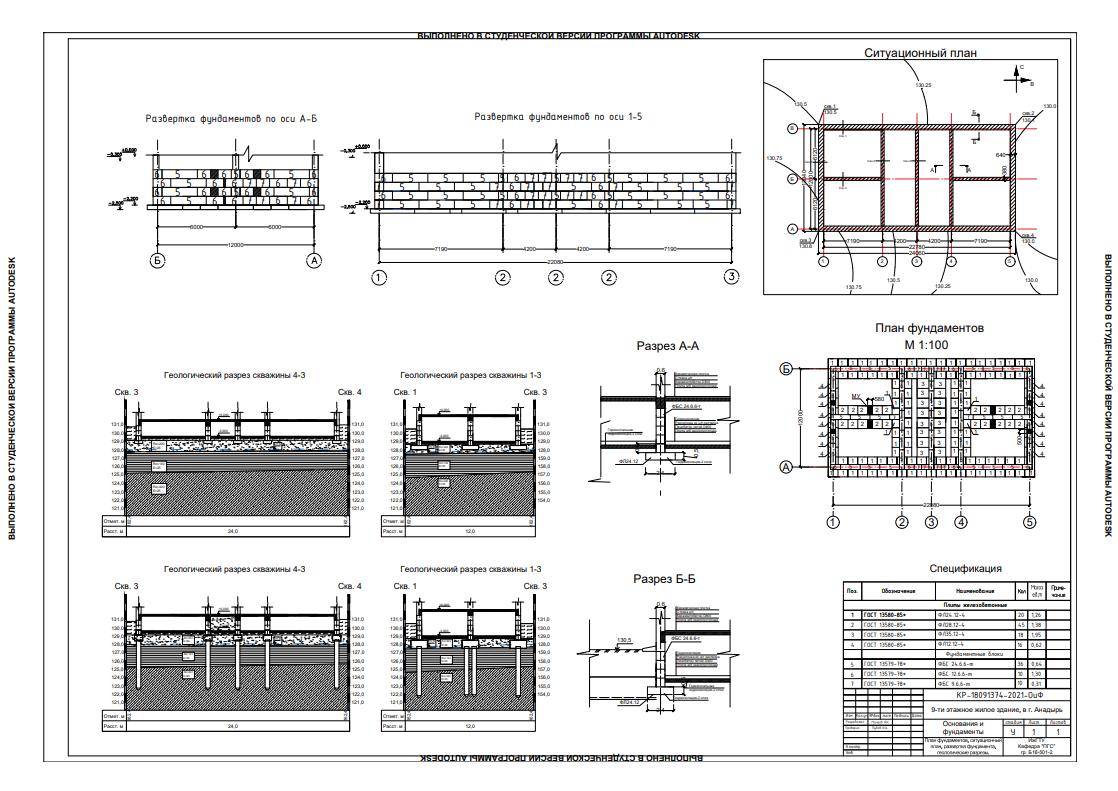
**Таблица 7.1 Технико-экономические показатели столбчатого фундамента.**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Наименование работ** | **Ед. изм.** | **Обоснова-ние** | **Объем работ** | **Прямые затраты, руб.** | **Затраты труда рабочих, чел-ч.** | **Стоимость общих затрат, руб.** | | **Трудоем-кость общих затрат** | |
| **1.Срезка грунта бульдозером** | **1000**  **м3** | **ФЕР 01-01- 036-01** | **0,38** | **22,6** | **-** | **8,59** | | **-** | |
| **2. Разработка грунта с погрузкой на автомобилисамосвалы экскаваторами с ковшом вместимостью: 1 (1-1,2) м3 , группа грунтов 1** | **1000**  **м3** | **ФЕР 01-01- 013-01** | **10,73** | **2145,48** | **6,4** | **23021,00** | | **68,67** | |
| **3.Срезка недобора грунта в выемках группа грунтов: 1** | **1000**  **м3** | **ФЕР 01-01- 049-01** | **0,06** | **9395,58** | **430,36** | **563,74** | | **25,82** | |
| **4.Уплотнение грунта под основание здания** | **1000**  **м2** | **ФЕР 01-02- 009-01** | **0,41** | **10440,3** | **60,65** | **4280,53** | | **24,87** | |
| **5. Установка сборных фундаментных плит и блоков массой до 1,5 т** | **100**  **м3** | **ФЕР 07- 01-001-02** | **4,13** | **5406,89** | **91,58** | **22330,46** | | **378,23** | |
| **6.Боковая гидроизоляция фундамента обмазочная в 2 слоя** | **1000**  **м2** | **ФЕР 08-01- 003-07** | **0,81** | **1176,02** | **21,2** | **952,58** | | **17,17** | |
| **7.Гидроизоляция стен, фундаментов: оклеечная в 2 слоя** | **1000 м2** | **ФЕР 08-01- 003-03** | **1,79** | **4257,72** | **20,1** | **7624,73** | | **35,99** | |
| **8. Засыпка траншей и котлованов с перемещением грунта до 5 м бульдозерами мощностью: 96 кВт (130 л.с.), группа грунтов 1** | **100**  **м3** | **ФЕР 01-01- 087-02** | **2,15** | **556,78** | **-** | **1197,08** | | **-** | |
| **9.Уплотнение грунта пазух котлована пневматическими трамбовками**  **Группа грунтов 1** | **100**  **м3** | **ФЕР 01-02- 005-01** | **0,97** | **417,61** | **12,53** | **405,08** | | **12,15** | |
| **Итого** | | | | | | **60383,79** | **562,9** | |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

**Таблица 7.2. Технико-экономические показатели свайного фундамента.**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Наименование работ** | **Ед. изм.** | **Обоснова-ние** | **Объем работ** | **Прямые затраты, руб.** | **Затраты труда рабочих, чел-ч.** | **Стоимость общих затрат, руб.** | **Трудоем-кость общих затрат** |
| **1.Срезка грунта бульдозером** | **1000**  **м3** | **ФЕР 01-01- 036-01** | **0,38** | **22,6** | **-** | **8,59** | **-** |
| **2. Разработка грунта с погрузкой на автомобилисамосвалы экскаваторами с ковшом вместимостью: 1 (1-1,2) м3 , группа грунтов 1** | **1000**  **м3** | **ФЕР 01-01- 013-01** | **10,73** | **2145,48** | **6,4** | **23021,00** | **68,67** |
| **3.Срезка недобора грунта в выемках группа грунтов: 1** | **1000**  **м3** | **ФЕР 01-01- 049-01** | **0,06** | **9395,58** | **430,36** | **563,74** | **25,82** |
| **4. Погружение дизель-молотом копровой установки на базе трактора железобетонных свай длиной: до 6 м в грунты группы 2** | **1 м3** | **ФЕР 05-01- 002-01** | **84,56** | **509,33** | **3,77** | **43068,95** | **318,79** |
| **5.Устройство монолитного ростверка** | **100**  **м3** | **ФЕР 6-01- 012-1** | **4,72** | **1420,15** | **11,82** | **6703,11** | **55,79** |
| **6.Гидроизоляция стен, фундаментов: оклеечная в 2 слоя** | **1000 м2** | **ФЕР 08-01- 003-03** | **1,79** | **4257,72** | **20,1** | **7624,73** | **35,99** |
| **Итого:** | | | | | | **80990,12** | **505,06** |

**Вывод: на основании сравнения стоимости фундаментов, принимаем свайный фундамент, так как его устройство обходится дешевле.**

****

**Список литературы**

1. СНиП 2.01.01-82 «Строительная климатология и геофизика».

2. СНиП 2.01.07-85\* «Нагрузки и воздействия».

3. СНиП 2.02.01-83\* «Основания зданий и сооружений».

4. СНиП 2.02.03-85 «Свайные фундаменты».

5. ГОСТ 25100 «Грунты. Классификация»

6. ФЕР 81-02-07-2001 «Бетонные и железобетонные конструкции сборные».

7. ФЕР 81-02-06-2001 «Бетонные и железобетонные конструкции монолитные».

8. ФЕР 81-02-01-2001 «Земляные работы».