



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Санкт-петербургский государственный технологический институт
(технический университет)»
(СПбГТИ(ТУ))

Кафедра оптимизации химической и биотехнологической аппаратуры

А. Ю. Иваненко

МЕХАНИКА ГРУНТОВ. ОСНОВАНИЯ И ФУНДАМЕНТЫ

**Методические указания по выполнению
Контрольной работы**

для студентов заочной формы обучения



**Санкт-Петербург
2015**

ОГЛАВЛЕНИЕ

Варианты заданий	3
Порядок выполнения расчета	4
1. Определение нагрузки на фундамент.	4
2. Выбор типоразмера винтовой сваи.	5
3. Несущая способность винтовой сваи.....	6
4. Определение потребного количества свай	6
Список рекомендуемой литературы и нормативных документов	7
Приложения	8
Приложение 1. Винтовые сваи	8
Приложение 2. Расчет фундамента для дома: нагрузка на фундамент и грунт.....	11

Варианты заданий

Рассчитать свайный фундамент под здание, имеющее размеры в плане прямоугольного сечения $A \times B$, высоту стен H . Внутренний объём здания разделен каркасными стенами толщиной 150 мм с утеплителем, общая длина перегородок = половине периметра внешних стен.

Материал стен, перекрытий и кровли задан в таблице 1, месторасположение и свойства грунта в месте строительства – в таблице 2.

Месторасположение здания – Санкт-Петербург.

Таблица 1. Вариант задания выбирается по *последней* цифре зачетки:

Последняя цифра зачетки	Размеры здания		Высота здания	Материал стен	Перекрытия	Кровля
	A, м	B, м	H, м			
0	6	8	4	Деревянный брус 150 мм	По деревянным балкам с утеплителем, плотностью до 200 кг/м ³	Кровля из листовой стали
1	6	10	4	Деревянный брус 200 мм		Рубероидное покрытие
2	8	10	5	Деревянный брус 250 мм		Кровля из шифера
3	6	8	4	Пенобетон 150 мм		Кровля из гончарной черепицы
4	6	8	7 (2 этажа)	Пенобетон 200 мм		Кровля из листовой стали
5	8	10	7 (2 этажа)	Пенобетон 300 мм	По деревянным балкам с утеплителем, плотностью до 500 кг/м ³	Рубероидное покрытие
6	6	6	5	Кирпичные стены 150 мм		Кровля из шифера
7	6	8	5	Кирпичные стены 250 мм		Кровля из листовой стали
8	6	8	7 (2 этажа)	Кирпичные стены 150 мм		Рубероидное покрытие
9	8	10	7 (2 этажа)	Кирпичные стены 250 мм		Кровля из шифера

Таблица 2. Вариант задания выбирается по *предпоследней* цифре зачетки:

Пред-последняя цифра зачетки	Вид грунта	Удельный вес γ , кН/м ³	Коэффициент пористости, e	Показатель текучести, L
0	Пески гравелистые и крупные	26.0	0.45	-
1	Пески средней крупности	26.2	0.55	-
2	Пески мелкие	26.5	0.55	-
3	Пески пылеватые	26.7	0.45	-
4	Супеси	26.8	0.65	0.35
5	Супеси	27.2	0.55	0.35
6	Суглинки	25.8	0.75	0.20
7	Суглинки	27.3	0.55	0.40
8	Глины	27.1	0.85	0.35
9	Глины	27.6	0.75	0.60

Порядок выполнения расчета

Расчет свайного фундамента проводится в соответствии с методикой, изложенной в Своде правил СП 24.13330-2011 Свайные фундаменты [2].

1. Определение нагрузки на фундамент.

Общая нагрузка на фундамент складывается из действия ряда факторов:

- общий вес стен, перекрытий и кровли;
- вес снегового покрова;
- ветровые нагрузки;
- нагрузки от оборудования, людей, животных, складироваемых материалов и изделий.

Общий вес стен, перекрытий и кровли.

Вес здания рассчитывается по суммарной массе стен, кровли и перекрытий:

$$G_{зд} = (M_{СТЕН} + M_{ПЕРЕКР} + M_{КРОВЛИ})g$$

На стадии проектирования масса конструктивных элементов здания рассчитывается по проекту в зависимости от количества используемых строительных материалов. Для небольших зданий и сооружений допустим приближенный расчет веса здания по справочным таблицам, приведенным в приложении 2

Снеговая нагрузка.

Расчет снеговой нагрузки проводится в соответствии со СП 20.13330.2011 Нагрузки и воздействия [7], раздел 10.

При расчете снеговой нагрузки обратите внимание на п. 10.9 указанного СП :

«10.9 Снижение снеговой нагрузки, предусматриваемое пунктами 10.5-10.8, не распространяется:

а) на покрытия зданий в районах со среднемесячной температурой воздуха в январе выше минус 5°С»

Другими словами, если средняя температура воздуха в январе в месте строительства не поднимается выше -5°С, то расчеты по п.10.5 – 10.8 не выполняются, а значение коэффициента c_e принимается равным $c_e = 1.0$

Значения среднемесячных температур воздуха в месте строительства принимать по СП 131.13330.2012 Строительная климатология [6], раздел 5.

Ветровые нагрузки.

Расчет ветровой нагрузки проводится в соответствии со СП 20.13330.2011 Нагрузки и воздействия [7], раздел 11.

В данной задаче следует учесть основной тип ветровой нагрузки (в дальнейшем - «ветровая нагрузка»), при этом нормативное значение ветровой нагрузки w следует задавать как нормальное давления w_e , приложенного к внешней поверхности сооружения или элемента (см. [7] п. 11.1.1).

Нагрузки от оборудования, людей, животных, складироваемых материалов и изделий

Расчет данного вида нагрузки проводится в соответствии со СП 20.13330.2011 Нагрузки и воздействия [7], раздел 8.

Нагрузка рассчитывается, как

$$G_{\text{РАСПР}} = P_t S_{\text{ПЕРЕКР}}$$

где P_t – Нормативное значение равномерно распределенных нагрузок, см. таблица 8.3 [7],
 $S_{\text{ПЕРЕКР}}$ – суммарная площадь пола всех этажей.

Общая нагрузка на фундамент складывается из всех рассчитанных видов нагрузки:

$$G_{\text{РАСЧ}} = G_{\text{ЗД}} + G_{\text{СНЕГ}} + G_{\text{ВЕТЕР}} + G_{\text{РАСПР}}$$

2. Выбор типоразмера винтовой сваи.

Диаметр ствола сваи предварительно выбирается в зависимости от её предназначения:

- 76мм – лёгкие ограждения, садовые конструкции;
- 89 мм – кирпичные столбы забора, дачные веранды, беседки и навесы;
- 108мм – небольшие бревенчатые, брусовые и каркасные дома;
- 133мм и более – тяжёлые бревенчатые дома и сооружения из блоков пенобетона (газобетона).

Длина сваи определяется глубиной погружения. Во всех случаях глубина закрутки лопасти сваи должна быть такой, чтобы лопасть была ниже зоны промерзания почвы и служила анкером фундаментной опоры.

Определение глубины промерзания почвы.

Глубину промерзания почвы находим в соответствии с рекомендациями СП 22.13330-2011 Основания и фундаменты [3, п. 5.5].

В соответствии с п.5.5.3 глубина промерзания почвы для различных типов почв может быть рассчитана на основании данных об абсолютных значениях среднемесячных отрицательных температур за зиму в данном районе. Для районов, где глубина промерзания не превышает 2,5 м, ее нормативное значение допускается определять по формуле

$$d_{fn} = d_0 \sqrt{M_t},$$

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

d_0 – величина, принимаемая равной:

- для суглинков и глин 0,23 м;
- супесей, песков мелких и пылеватых — 0,28 м;
- песков гравелистых, крупных и средней крупности — 0,30 м;
- крупнообломочных грунтов — 0,34 м.

Значения среднемесячных температур воздуха в месте строительства принимать по СП 131.13330.2012 Строительная климатология [6], раздел 5.

Например, место строительства – г.Псков, почва – пески средней крупности.

Согласно СП 131.13330.2012 для Пскова среднемесячные температуры:

Республика, край, область, пункт	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Псков*	-6,3	-6,2	-1,3	5,5	12,0	15,9	17,8	16,2	10,9	5,6	0,1	-4,1	5,5

Складывая отрицательные (минусовые) температуры, получаем:

$$M_t = (6.3 + 6.2 + 1.3 + 4.1) = 17.9$$

Для песков средней крупности $d_0=0.30$ м.

Тогда нормативное значение глубины промерзания равно

$$d_{fn} = 0.30\sqrt{17.9} = 1.27 \text{ м}$$

Общая длина сваи

$$L_{CB} \geq d_{fn} + H_L + H_{OG},$$

где H_L – длина винтовой части, принимается равной диаметру лопасти;

H_{OG} – высота оголовка сваи, выступающей над поверхностью земли, принимается равной 300-500 мм.

3. Несущая способность винтовой сваи

При определении несущей способности винтовых свай при действии вдавливающих нагрузок характеристики грунтов (нормативные значения удельного сцепления c_n и угла внутреннего трения φ_n) выбираются по СП 22.13330-2011 Основания и фундаменты [3], приложение Б, в зависимости от типа грунта.

Несущую способность винтовой сваи определяем по СП 24.13330-2011 Свайные фундаменты, раздел 7, п.7.2.10 (винтовые сваи). Вид нагрузки – сжимающие.

Последовательность расчета:

1. Определение несущей способности лопасти винтовой сваи F_{d0} (формула 7.16)
2. Определение несущей способности ствола винтовой сваи F_{df} (формула 7.17)
3. Определение несущей способности винтовой сваи F_d (формула 7.15)
4. Допускаемое значение расчетной нагрузки на сваю N (формула 7.2)

4. Определение требуемого количества свай

После определения допускаемого значения расчетной нагрузки на сваю определяется расчетное число свай, как

$$n_{CB} = \frac{G_{РАСЧ}}{N}$$

Рабочее количество свай определяется округлением полученного результата в большую сторону с учетом симметричного расположения свай по периметру фундамента сооружения. Рекомендуемое расстояние между сваями 1.5 – 3.0 м. Если расчетное расстояние между сваями выходит за указанные пределы, следует выбрать другой типоразмер сваи (с большим или меньшим диаметром ствола) и повторить расчет.

Список рекомендуемой литературы и нормативных документов

1. Далматов. Механика грунтов, основания и фундаменты.–2-е изд. перераб. и доп.– Л.: Стройиздат, 1988.–415 с.
2. СП 24.13330-2011 (Актуализированная редакция СНиП 2.02.03-85) Свайные фундаменты. – М.: Минрегион РФ, 2011.– 90 с
3. СП 22.13330-2011 (Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83) Основания и фундаменты. – М.: Минрегион РФ, 2011.– 166 с.
4. Пособие по проектированию оснований зданий и сооружений (к СНиП 2.02 01-83). – М.: Стройиздат, 1986.– 605 с.
5. ТСН 50-302-96 Устройство фундаментов гражданских зданий и сооружений в Санкт-Петербурге и на территориях, административно подчиненных Санкт-Петербургу, 1996.– 147 с.
6. СП 131.13330.2012 Строительная климатология (Актуализированная редакция СНиП 23-01-99) . – М.: Минрегион РФ, 2012.– 113 с
7. СП 20.13330.2011 (Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85) Нагрузки и воздействия. – М.: Минрегион РФ, 2011.– 70 с.

Приложения

Приложение 1. Винтовые сваи



Сваи СГ.СВС — 1.1. Наиболее распространенный тип широколопастной винтовой сваи.

Ствол сваи сделан из электросварной или литой стальной трубы, завальцованной на конус. К конусу сваркой прикреплена широкая лопасть. Она является базовым несущим элементом винтовой сваи данного типа.

Винтовая свая СГ.СВС – 1.1 используется в качестве основной конструктивной единицы для строительства свайно-винтовых фундаментов на любых, исключая скальные, видах грунта.

Диаметр ствола: 57, 76, 89, 108, 133, 159, 219, 325 мм.

Наименование	Диаметр ствола м.м.	Толщина стенки м.м.	Диаметр лопасти м.м.	Толщина лопасти м.м.	Длина ствола м.м.
СГ.СВС-1.1-57	57	3,5	200	4	1650
СГ.СВС-1.1-57	57	3,5	200	4	1800
СГ.СВС-1.1-57	57	3,5	200	4	2000
СГ.СВС-1.1-57	57	3,5	200	4	2500
СГ.СВС-1.1-57	57	3,5	200	4	3000
СГ.СВС-1.1-57	57	3,5	200	4	3500
СГ.СВС-1.1-57	57	3,5	200	4	4000
СГ.СВС-1.1-57	57	3,5	200	4	4500
СГ.СВС-1.1-57	57	3,5	200	4	5000

Наименование	Диаметр ствола м.м.	Толщина стенки м.м.	Диаметр лопасти м.м.	Толщина лопасти м.м.	Длина ствола м.м.
СГ.СВС-1.1-76	76	3,5	250	4	1650
СГ.СВС-1.1-76	76	3,5	250	4	1800
СГ.СВС-1.1-76	76	3,5	250	4	2000
СГ.СВС-1.1-76	76	3,5	250	4	2500
СГ.СВС-1.1-76	76	3,5	250	4	3000
СГ.СВС-1.1-76	76	3,5	250	4	3500
СГ.СВС-1.1-76	76	3,5	250	4	4000
СГ.СВС-1.1-76	76	3,5	250	4	4500
СГ.СВС-1.1-76	76	3,5	250	4	5000
СГ.СВС-1.1-89	89	3,5	250	4	1650
СГ.СВС-1.1-89	89	3,5	250	4	1800
СГ.СВС-1.1-89	89	3,5	250	4	2000
СГ.СВС-1.1-89	89	3,5	250	4	2500
СГ.СВС-1.1-89	89	3,5	250	4	3000
СГ.СВС-1.1-89	89	3,5	250	4	3500
СГ.СВС-1.1-89	89	3,5	250	4	4000
СГ.СВС-1.1-89	89	3,5	250	4	4500
СГ.СВС-1.1-89	89	3,5	250	4	5000
СГ.СВС-1.1-108	108	4	300	5	1650
СГ.СВС-1.1-108	108	4	300	5	1800
СГ.СВС-1.1-108	108	4	300	5	2000
СГ.СВС-1.1-108	108	4	300	5	2500
СГ.СВС-1.1-108	108	4	300	5	3000
СГ.СВС-1.1-108	108	4	300	5	3500
СГ.СВС-1.1-108	108	4	300	5	4000
СГ.СВС-1.1-108	108	4	300	5	4500
СГ.СВС-1.1-108	108	4	300	5	5000

Наименование	Диаметр ствола м.м.	Толщина стенки м.м.	Диаметр лопасти м.м.	Толщина лопасти м.м.	Длина ствола м.м.
СГ.СВС-1.1-133	133	4	350	5	1650
СГ.СВС-1.1-133	133	4	350	5	1800
СГ.СВС-1.1-133	133	4	350	5	2000
СГ.СВС-1.1-133	133	4	350	5	2500
СГ.СВС-1.1-133	133	4	350	5	3000
СГ.СВС-1.1-133	133	4	350	5	3500
СГ.СВС-1.1-133	133	4	350	5	4000
СГ.СВС-1.1-133	133	4	350	5	4500
СГ.СВС-1.1-133	133	4	350	5	5000
СГ.СВС-1.1-133	133	4	350	5	5500
СГ.СВС-1.1-159	159	5	550	6	3000
СГ.СВС-1.1-159	159	5	550	6	3500
СГ.СВС-1.1-159	159	5	550	6	4000
СГ.СВС-1.1-159	159	5	550	6	4500
СГ.СВС-1.1-159	159	5	550	6	5000
СГ.СВС-1.1-159	159	5	550	6	5500
СГ.СВС-1.1-159	159	5	550	6	6000
СГ.СВС-1.1-159	159	5	550	6	6500
СГ.СВС-1.1-159	159	5	550	6	7000
СГ.СВС-1.1-219	219	6	550	8	3000
СГ.СВС-1.1-219	219	6	550	8	3500
СГ.СВС-1.1-219	219	6	550	8	4000
СГ.СВС-1.1-219	219	6	550	8	4500
СГ.СВС-1.1-219	219	6	550	8	5000
СГ.СВС-1.1-219	219	6	550	8	5500
СГ.СВС-1.1-219	219	6	550	8	6000
СГ.СВС-1.1-219	219	6	550	8	6500
СГ.СВС-1.1-219	219	6	550	8	7000

Приложение 2. Расчет фундамента для дома: нагрузка на фундамент и грунт

На этапе проектирования будущего дома в числе прочих расчетов необходимо выполнить расчет фундамента. Цель этого расчета – определить, какая нагрузка будет действовать на фундамент и грунт, и какой должна быть опорная площадь фундамента. Суммарная нагрузка на фундамент это постоянная нагрузка от самого дома и временная от ветра и снежного покрова. Для того, чтобы определить общую нагрузку на фундамент, необходимо посчитать вес будущего дома со всеми эксплуатационными нагрузками (проживающими там людьми, мебелью, инженерным оборудованием и т.п.). Так же при расчете фундамента определяется и его вес и площадь опоры, чтобы определить, выдержит ли грунт нагрузку от дома и фундамента. Точные расчеты делаются на основании геологических изысканий грунта и точно рассчитывают вес будущего дома и количество строительных материалов. Для небольших зданий и сооружений допустим приближенный расчет веса здания. В приведенном в этом примере расчете фундамента подразумевается, что нагрузка от дома распределяется равномерно по всей площади.

Расчет веса дома

Для этого используются справочные данные с усредненными значениями удельного веса конструкций дома: стен, перекрытий, кровли.

Удельный вес 1 м² стены

Каркасные стены толщиной 150 мм с утеплителем	30-50 кг/м ²
Стены из бревен и бруса	80 кг/м ²
Толщина 100 мм	80 кг/м ²
Толщина 150 мм	120 кг/м ²
Толщина 200 мм	160 кг/м ²
Кирпичные стены толщиной 150 мм	200-270 кг/м ²
Кирпичные стены толщиной 250 мм	350-470 кг/м ²
Пенобетон толщиной 150 мм	90 кг/м ²
Пенобетон толщиной 200 мм	120 кг/м ²
Пенобетон толщиной 300 мм	180 кг/м ²

Удельный вес 1 м² перекрытий

Чердачное по деревянным балкам с утеплителем, плотностью до 200 кг/м ³	70-100 кг/м ²
Чердачное по деревянным балкам с утеплителем плотностью до 500 кг/м ³	150-200 кг/м ²
Цокольное по деревянным балкам с утеплителем, плотностью до 200 кг/м ³	100-150 кг/м ²
Цокольное по деревянным балкам с утеплителем, плотностью до 500 кг/м ³	200-300 кг/м ²
Железобетонное	500 кг/м ²

Удельный вес 1 м² кровли

Кровля из листовой стали	20-30 кг/м ²
Рубероидное покрытие	30-50 кг/м ²
Кровля из шифера	40-50 кг/м ²
Кровля из гончарной черепицы	60-80 кг/м ²

На основании этих таблиц можно примерно рассчитать вес дома. Допустим, планируется построить двухэтажный дом размером 6 на 6 с одной внутренней стеной с высотой этажа 2,5 м. Тогда длина внешних стен одного этажа составит $(6+6) \times 2 = 24$ м, плюс одна внутренняя стена длиной еще 6 м, итого 30 м. Общая длина всех стен на двух этажах $30 \text{ м} \times 2 = 60$ м. Тогда площадь всех стен составит: $S_{\text{стен}} = 60 \text{ м} \times 2,5 \text{ м} = 150 \text{ м}^2$. Площадь цокольного перекрытия составит $6 \text{ м} \times 6 \text{ м} = 36 \text{ м}^2$. Такая же площадь будет и у чердачного перекрытия. Кровля всегда несколько выступает за стены дома (допустим на 50 см с каждой стороны), поэтому площадь кровли посчитаем как $7 \text{ м} \times 7 \text{ м} = 49 \text{ м}^2$.

Далее, используя средние данные из приведенных выше таблиц, проводится приблизительный расчет веса конструктивных элементов. При этом будем брать наибольшие удельные веса, чтобы считать с запасом.