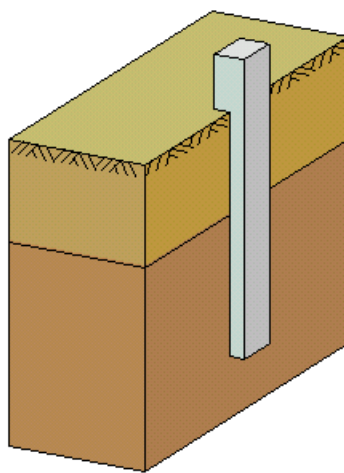


510 - Железобетонная свая



Программа предназначена для подбора сваи согласно следующим нормам:

СП 24.13330.2011 «Свайные фундаменты»,

СП 50-102-2003 «Проектирование и устройство свайных фундаментов»,

СНиП 2.02.03-85 «Свайные фундаменты».

Предусмотрены следующие расчеты: проверка прочности грунта основания сваи, проверка допустимости давления на грунт боковой поверхностью сваи, проверка прочности материала сваи, проверка допустимости горизонтального перемещения и угла поворота головы сваи, расчет по образованию и раскрытию трещин в свае, расчет осадки сваи.

Для висячей сваи подбирается размер сечения и ее длина, для сваи-стойки - размер сечения и глубина заделки сваи в скальный грунт.

Предусмотрено задание слоев грунта с нулевым сопротивлением и слоев грунта с заданным сопротивлением.

Предусмотрено задание просадочного грунта.

Свая

Вид сваи висячая забивная железобетонная свая

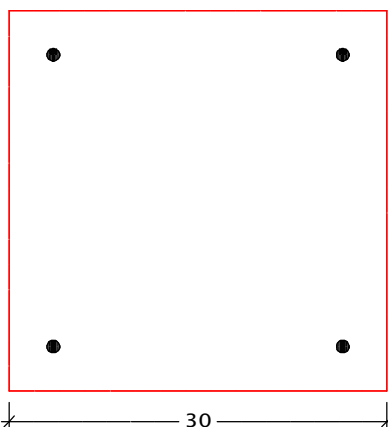
 Ширина сечения сваи $d = 30$ см

 Длина сваи $l = 6.00$ м

Арматура

 Число стержней $n_s = 4$ -

 Диаметр стержней $d_s = 10$ мм

 Защитный слой бетона $a_s = 30$ мм

 Стержни: 4 $\Phi 10$

Защитный слой:

 $a_s = 30$ мм

Свая погружается молотом

Принимается шарнирное сопряжение сваи с ростверком

Глубина заложения ростверка

 от поверхности рельефа $d_n = 3.00$ м

 от уровня планировки $d_0 = 3.00$ м

Грунт

| Слой | Название слоя | h [м] | Вид грунта |
|------|---------------|-------|---------------------------------|
| 1 | | 1.50 | Суглинок просадочный |
| 2 | ИГЭ 922 | 1.50 | Песок средней крупности плотный |
| 3 | ИГЭ 926 | 2.00 | Песок мелкий средней плотности |
| 4 | ИГЭ 923 | 5.00 | Глина тугопластичная |

 Удельный вес грунта выше уровня подошвы ростверка
 нормативное значение $\gamma_{0n} = 18.0$ кН/м³

 расчетное значение $\gamma_0 = 16.0$ кН/м³
**Удельный вес
грунта**

| Слой | W [%] | e [-] | S_r [-] | γ_s [кН/м ³] | γ [кН/м ³] | γ_{sat} [кН/м ³] |
|------|-------|-------|-----------|---------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|
| 1 | 5.0 | 0.54 | 0.23 | 25.0 | 17.0 | 19.7 |
| 2 | 10.0 | 0.51 | 0.51 | 26.0 | 19.0 | |
| 3 | 22.0 | 0.65 | 0.92 | 27.0 | 20.0 | |
| 4 | 21.0 | 0.78 | 0.67 | 25.0 | 17.0 | |

 γ_{sat} - удельный вес водонасыщенного грунта

Консистенция
глинистого грунта

| Слой | W_p [%] | W_L [%] | I_p [%] | I_L [-] | I_{Lsat} [-] |
|------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------------|
| 1 | 5.0 | 15.0 | 10.0 | 0.00 | 1.46 |
| 4 | 13.0 | 33.0 | 20.0 | 0.40 | |

 I_{Lsat} - показатель текучести водонасыщенного грунта

Примечание

 Сопротивление просадочного грунта определяется при показателе текучести I_{Lsat}
Примечание
Сопротивление грунта при показателе текучести > 1 не учитывается

Коэфф. надежности

| Слой | $\gamma_g(c)$ | $\gamma_g(\phi)$ | $\gamma_g(\gamma)$ |
|------|---------------|------------------|--------------------|
| 1 | 1.50 | 1.15 | 1.10 |
| 2 | 1.50 | 1.15 | 1.10 |
| 3 | 1.50 | 1.10 | 1.10 |
| 4 | 1.50 | 1.15 | 1.10 |

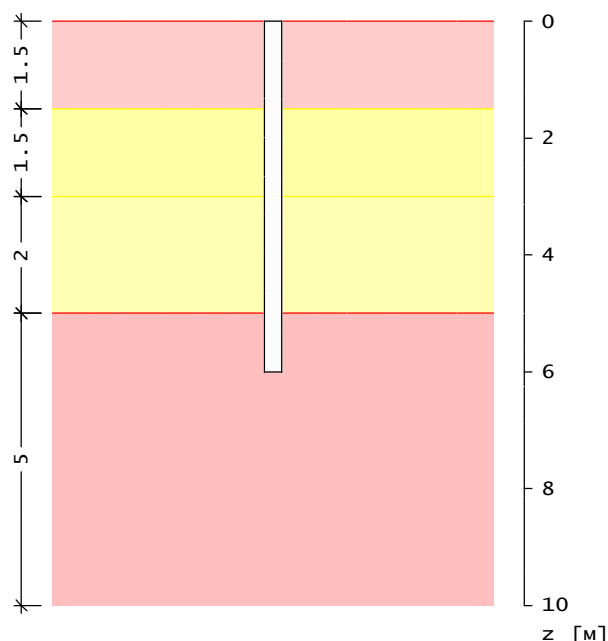
Характеристики грунта

| Слой | c_{II} [кПа] | ϕ_{II} [град] | γ_{II} [кН/м ³] | c_I [кПа] | ϕ_I [град] | γ_I [кН/м ³] | E [МПа] | ν [-] |
|------|-------------------|-----------------------|---------------------------------------|----------------|--------------------|------------------------------------|--------------|--------------|
| 1 | 5.0 | 35.0 | 19.7 | 3.3 | 30.4 | 17.9 | 30.0 | 0.35 |
| 2 | 2.0 | 39.0 | 19.0 | 1.3 | 33.9 | 17.3 | 45.0 | 0.25 |
| 3 | 2.0 | 32.0 | 20.0 | 1.3 | 29.1 | 18.2 | 28.0 | 0.25 |
| 4 | 48.0 | 17.0 | 17.0 | 32.0 | 14.8 | 15.5 | 17.0 | 0.20 |

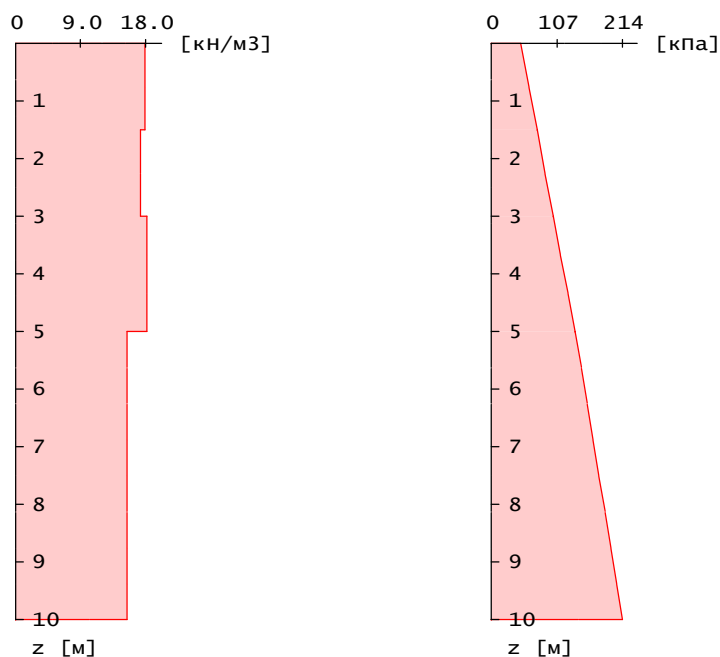
Примечание

 Значения c и ϕ для просадочного грунта задаются для состояния грунта при полном водонасыщении

Схема геологического разреза


 Удельный вес γ_I

 Напряжение от веса σ_{zg}



Напряжение
от веса грунта

| Слой | z_1 [м] | z_2 [м] | $\sigma_{z g 1}$ [кПа] | $\sigma_{z g 2}$ [кПа] |
|------|--------------|--------------|---------------------------|---------------------------|
| 1 | 0.00 | 1.50 | 48.0 | 74.9 |
| 2 | 1.50 | 3.00 | 74.9 | 100.8 |
| 3 | 3.00 | 5.00 | 100.8 | 137.2 |
| 4 | 5.00 | 10.00 | 137.2 | 214.4 |

Нагрузки

| № | Вид нагрузки | γ_f | Группа | Знак |
|---|--------------|------------|--------|------|
| 1 | Постоянная | 1.10 | | |

| № | N [кН] | H_1 [кН] | H_2 [кН] | M_1 [кНм] | M_2 [кНм] |
|---|-----------|---------------|---------------|----------------|----------------|
| 1 | 300.0 | 10.0 | | 10.0 | |

Вес сваи $G = 13.5$ кН
Коэффициент надежности $\gamma_f = 1.10$ -

Расчет

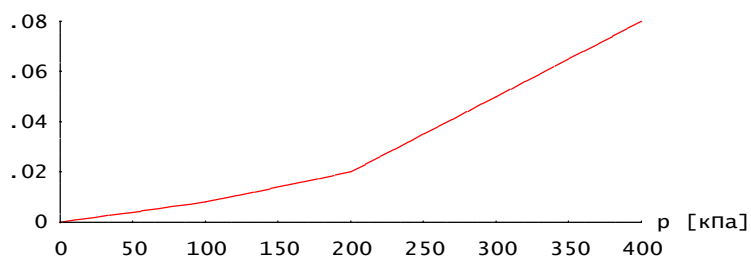
Согласно СП 24.13330.2011, СП 63.13330.2018, СП 20.13330.2016

Бетон $B 20$ (тяжелый)
Коэффициент условий работы $\gamma_b = 0.900$ -
Арматура $A400$
Сопротивление бетона $\gamma_b R_b = 10.35$ МПа
Сопротивление арматуры $R_s = 350$ МПа
 $R_{sc} = 350$ МПа

Определение отрицательной силы трения просадочного грунта

| Слой | Относительная просадочность ε_{sl} (Давление p) | | |
|------|---|---------------|---------------|
| 1 | 0.008 (100.0) | 0.020 (200.0) | 0.050 (300.0) |
| | 0.080 (400.0) | | |

График зависимости $\varepsilon_{s1} = f(p)$



Просадка грунта от собственного веса отсутствует

Тип грунтовых условий по просадочности I тип

Отрицательная сила трения принимается равной нулю

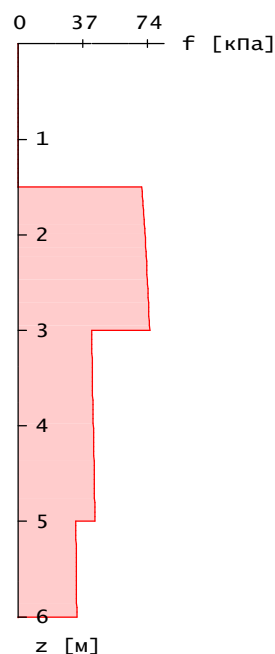
Проверка прочности грунта основания сваи при сжимающей нагрузке

| Комбинация нагрузок | N [кН] | Нагрузка (Коэффициент) |
|---------------------|--------|------------------------|
| | 330.0 | 1 (1.10) |

Сопротивление грунта под концом сваи
 $R = 2.33$ МПа
 при глубине заложения $h = 9.00$ м

Коэффициент условий работы $\gamma_{R,R} = 1.00$ -

Сопротивление грунта на боковой поверхности сваи f



Сопротивление на боковой поверхности

| Слой | z_1 [м] | z_2 [м] | $\gamma_{R, f}$ [-] | f_1 [кПа] | f_2 [кПа] |
|------|--------------|--------------|------------------------|----------------|----------------|
| 2 | 1.50 | 3.00 | 1.00 | 70.9 | 75.4 |
| 3 | 3.00 | 5.00 | 1.00 | 42.0 | 44.0 |
| 4 | 5.00 | 6.00 | 1.00 | 33.0 | 33.5 |

Площадь опирания на грунт $A = 900.0$ см²
 Периметр сечения сваи $u = 120.0$ см

Коэффициент условий работы сваи при сжатии $\gamma_c = 1.00$ -

Несущая способность сваи
 $F_d = F_{dR} + F_{df} = 210.0 + 275.1 = 485.1$ кН

Условие прочности $N_0 \gamma_n \gamma_{c, g} / F_d =$
 $344.9 * 1.00 * 1.40 / 485.1 = 0.995 \leq 1$

Проверка допустимости давления на грунт боковой поверхностью сваи

| Комбинация нагрузок | N [кН] | M [кНм] | Нагрузка (Коэффициент) |
|---------------------|----------|-----------|------------------------|
| | 11.0 | 11.0 | 1 (1.10) |

| Коэффициент постели | Слой | от z [м] | до z [м] | K [кН/м ⁴] | c_z [кН/м ³] |
|---------------------|------|---------------|---------------|-----------------------------|-------------------------------|
| | 1 | 0.00 | 1.50 | 0 | 0 |
| 2 | 1.50 | 3.00 | 7800 | 11700 | - 23400 |
| 3 | 3.00 | 5.00 | 5373 | 16120 | - 26867 |
| 4 | 5.00 | 6.00 | 4400 | 22000 | - 26400 |

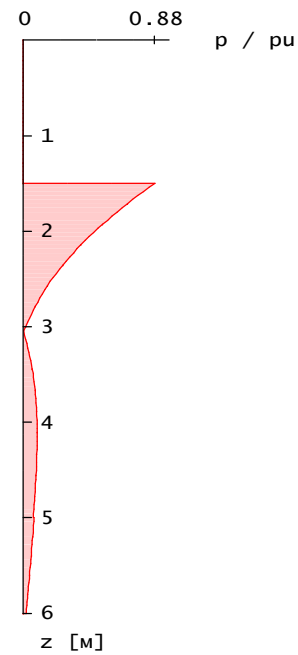
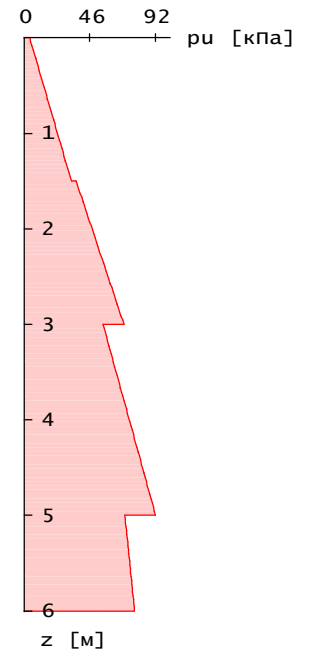
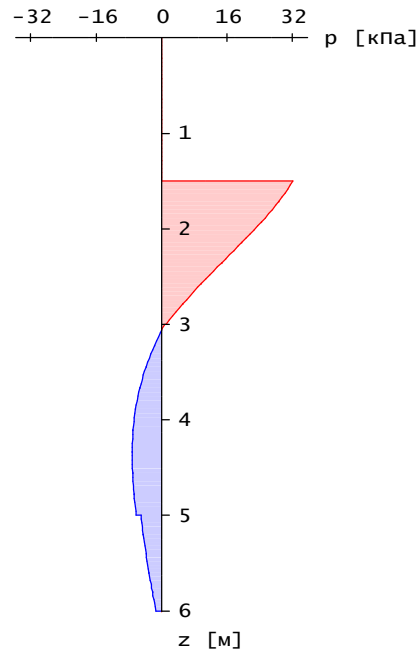
Примечание Коэффициент постели $c_z = Kz$

Условная ширина сваи $b_p = 1.5d + 50 = 95.0$ см
 Модуль упругости $E = 27.50$ ГПа
 Жесткость сваи $EI = 18.56$ МНм²

Коэффициент деформации $\alpha_\varepsilon = 0.823$ 1/м
 при $K = 7389$ кН/м⁴
 $(1 - 1.50) \alpha_\varepsilon = 3.70$ -

Примечание Значение K определено по (Д.5) СП 50-102-2003 при $l_k = 2.55$ м

Давление p Предельное давление p_u



Коэффициенты в условии допустимости давления (В.7)
 $\eta_1 = 1.0$ $\eta_2 = 0.400$ $\xi = 0.6$

η_2 определяется по формуле (В.8) приложения В при
 $n = 2.50$ -
 $M_c = 77.0$ кНм $M_t = 0.0$ кНм

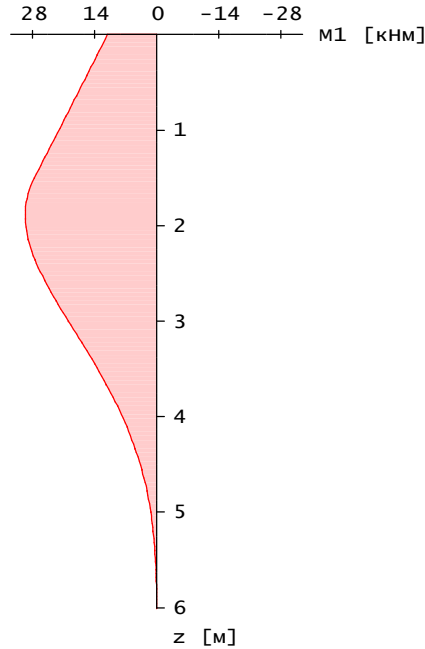
Условие допустимости $p / p_u = 10.7 / 59.5 = 0.179 \leq 1$
 при $z = 1.50 + 0.85 / \alpha_s = 2.53$ м

Примечание Проверка проведена для глубины, указанной в нормах

Проверка прочности материала сваи

| Комбинация нагрузок | N [кН] | Нагрузка (Коэффициент) |
|---------------------|--------|------------------------|
| | 330.0 | 1 (1.10) |

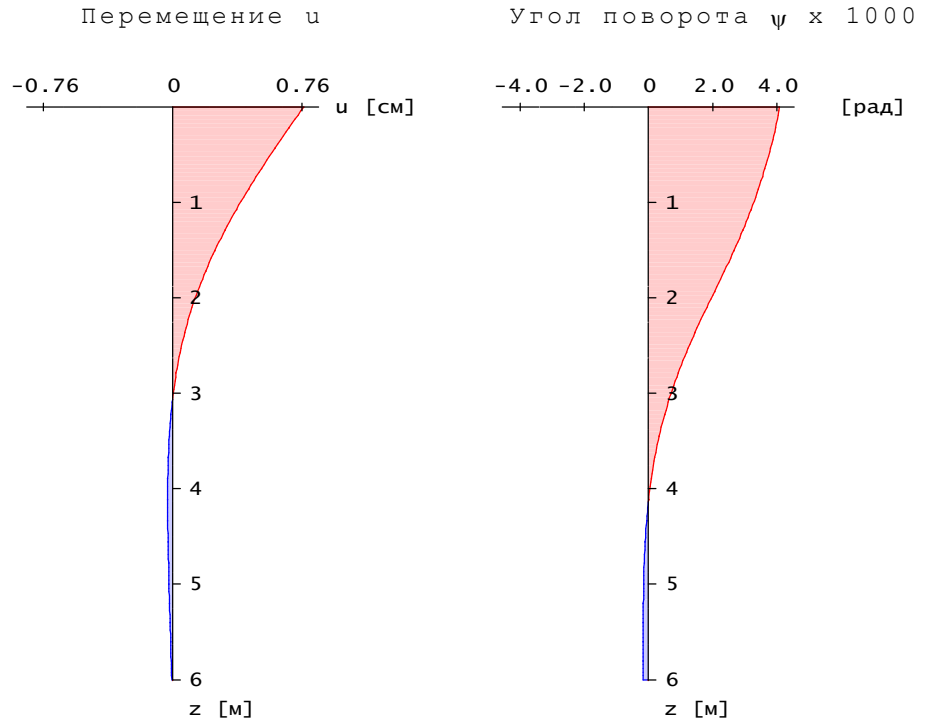
Изгибающий момент



| | |
|----------------|---|
| Сжимающая сила | $N_0 / N_{0u} = 330.0 / 501.6 = 0.658 \leq 1$ |
| Момент M_1 | $M_1 / M_{1u} = 29.6 / 45.0 = 0.658 \leq 1$ |
| | при $z = 1.89$ м |

Проверка допустимости перемещения и угла поворота головы сваи

| Комбинация нагрузок | H [кН] | M [кНм] | Нагрузка (Коэффициент) |
|---------------------|--------|---------|------------------------|
| | 10.0 | 10.0 | 1 (1.00) |



Перемещение $u_0 / u_u = 0.77 / 3.00 = 0.257 \leq 1$

Угол поворота $\psi_0 / \psi_u = 0.0041 / 0.0050 = 0.817 \leq 1$

Проверка трещиностойкости сваи

| | | | |
|---------------------|------------------------|--|--|
| Комбинация нагрузок | Нагрузка (Коэффициент) | | |
| | 1 (1.00) | | |

| Усилия в свае | z [м] | N [кН] | M ₁ [кНм] | M ₂ [кНм] |
|---------------|-------|--------|----------------------|----------------------|
| | 1.89 | 300.0 | 26.9 | 0.0 |

| Расчет по образованию трещин | N _{срс} [кН] | M _{1, срс} [кНм] | M _{2, срс} [кНм] | Трещины |
|------------------------------|-----------------------|---------------------------|---------------------------|---------------|
| | 300.0 | 29.6 | 0.0 | не образуются |

Проверка допустимости осадки сваи

| | | | |
|---------------------|--------|------------------------|--|
| Комбинация нагрузок | N [кН] | Нагрузка (Коэффициент) | |
| | 300.0 | 1 (1.00) | |

Расчетный диаметр сваи $d = 33.9$ см

| Модули сдвига и коэфф. Пуассона | G ₁ [МПа] | v ₁ [-] | G ₂ [МПа] | v ₂ [-] |
|---------------------------------|----------------------|--------------------|----------------------|--------------------|
| | 12.19 | 0.27 | 7.08 | 0.20 |

Расчетная нагрузка $N = 313.5$ кН

Коэффициент $\beta = 0.780$ -

Осадка сваи $s = \beta N / G_1 l = 0.33$ см

Условие допустимости $s / s_u = 0.33 / 5.0 = 0.067 \leq 1$



Обозн.проект. **Тест всех модулей**

Стр.

РФ, Москва

Позиция

t510

Дата **24.03.2021**

Комплекс СТАТИКА 2021.010

Проект

СТАТИКА_2021

Работоспособность сваи обеспечена

Расчет выполнен модулем t510 программы СТАТИКА 2021 © ООО Техсофт

mb-Viewer версия 2021 - Copyright 2020 - mb AEC Software GmbH