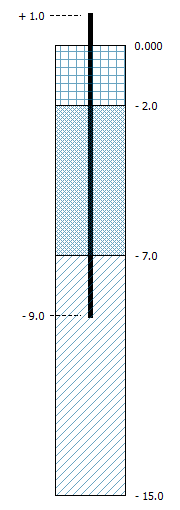
**Расчет одиночной сваи по результатам статического зондирования**

**Геологический разрез**



**Исходные данные:**

**Параметры сваи:**

Длина: 10.0 м

Отметка верха: 1.0 м

Диаметр: 0.219 м

Толщина стенки: 0.008 м

**Нагрузка на сваю:**

Сжимающая нагрузка на голову сваи N: 1.0 тс

Выдергивающая нагрузка на сваю N: 2.0 тс

Коэффициент надежности по нагрузке: для металла - 1.1, для бетона - 0

Собственный вес сваи ( металл ): 1.1 ∙ 0.416 тс = 0.458 тс

Собственный вес сваи ( заполнение бетоном ): 0 ∙ 0.583 тс = 0.0 тс

Собственный вес сваи: 0.458 тс + 0.0 тс = 0.458 тс

Расчетная сжимающая нагрузка: Nс = 1.0 тс + 0.458 тс = 1.458 тс

Расчетная выдергивающая нагрузка: Nв = 2.0 тс - 0.458 тс = 1.542 тс

**Параметры грунтов:**

Промерзаниe грунта - 0.5 м

Среднее значение сопротивления грунта под наконечником зонда qs = 611.83 т⁄м2

**Слой №1:**

Толщина грунта hi = 2.0 м

Сопротивление грунта на боковой поверхности зонда fi = 0.102 т⁄м2

Тип грунта - торф

**Слой №2:**

Толщина грунта hi = 5.0 м

Сопротивление грунта на боковой поверхности зонда fi = 2.039 т⁄м2

Тип грунта - песчаный

**Слой №3:**

Толщина грунта hi = 2.0 м

Сопротивление грунта на боковой поверхности зонда fi = 3.059 т⁄м2

Тип грунта - глинистый

**Результаты расчета**

Ж.6 Расчет отрицательной силы трения оттаивающих грунтов на сваи

Отрицательную (негативную) силу трения оттаивающего грунта по боковой поверхности сваи можно определить по формуле:

**Fneg = u ∙ ∑ ( fni ∙ hni ) = u ∙ ∑ ( βi ∙ fsi ∙ hi )**

где:

u = 3.14 ∙ 0.219 м = 0.688 м - периметр поперечного сечения сваи;

hni = hi - толщина i-го слоя грунта, м;

fni = βi ∙ fsi - отрицательное трение i-го слоя оттаивающего грунта по боковой поверхности сваи;

βi - коэффициент, принимаемый по таблице 7.16 СП 24.13330.2011;

fsi - среднее сопротивление i-го слоя грунта на боковой поверхности зонда, тс/м2;

βi ∙ fsi ∙ hi :

слой № 1 - 1.000 ∙ 0.102 т⁄м2 ∙ 0.50 м = 0.0510 тс/м

∑ ( βi ∙ fsi ∙ hi ) = 0.051 тс/м = 0.051 тс/м

**Fneg = 0.688 м ∙ 0.051 тс/м = 0.035 тс**

Ж.4 Расчетное значение силы Frf, удерживающей сваи от выпучивания, определять по формуле:

**Frf = u ∑ ( fi ∙ hi ) = u ∙ ∑ ( βi ∙ fsi ∙ hi )**

где:

u = 3.14 ∙ 0.219 м = 0.688 м - периметр поперечного сечения сваи.

βi - коэффициент, принимаемый по таблице 7.16 СП 24.13330.2011;

fi = fsi - расчетное сопротивление i-го слоя талого грунта сдвигу по поверхности сваи

hi - толщина i-го слоя талого грунта, расположенного ниже подошвы слоя промерзания-оттаивания, м;

βi ∙ fsi ∙ hi :

слой № 3 - 0.675 ∙ 3.059 т⁄м2 ∙ 2.00 м = 4.1300 тс/м

∑ ( βi ∙ fsi ∙ hi ) = 4.13 тс/м = 4.13 тс/м

**Frf = 0.688 ∙ 4.13 = 2.841 тс**

Ж.2 Устойчивость свайных фундаментов на действие касательных сил морозного пучения грунтов надлежит проверять по условию:

**k ∙ τfh ∙ Afh - F ≤ Frf ∙ γc / γk**

где:

τfh = 11.0 тс/м2 - расчетная удельная касательная сила пучения, принимаемая согласно указаниям Ж.3 по таблице Ж.1 в зависимости от вида и характеристик грунта;

k = 0.4 - коэффициент, корректирующий удельную касательную силу пучения, в зависимости от покрытия сваи в зоне промерзания грунтов;

Afh = 3.14 ∙ 0.219 м ∙ 0.5 м = 0.344 м2 - площадь боковой поверхности смерзания сваи в пределах расчетной глубины сезонного промерзания-оттаивания грунта или слоя искусственно замороженного грунта;

F = 0.458 ∙ 0.9 = 0.412 тс - расчетная нагрузка на сваю, принимаемая с коэффициентом 0,9 по наиболее невыгодному сочетанию нагрузок и воздействий, включая выдергивающие (ветровые, крановые и т. п.);

γc = 1.0 - коэффициент условий работы;

γk = 1.1 - коэффициент надежности;

Frf = 2.841 тс - расчетное значение силы, удерживающей сваю от выпучивания вследствие трения его боковой поверхности о талый грунт, лежащий ниже расчетной глубины промерзания, кН, принять по указаниям Ж.4;

**0.4 ∙ 11.0 тс/м2 ∙ 0.344 м2 - 0.412 тс ≤ 2.841 тс ∙ 1.0 / 1.1**

**1.101 тс ≤ 2.583 тс**

7.3.10 Частное значение предельного сопротивления забивной сваи в точке зондирования Fu, кН, следует определять по формуле:

для сжимающих нагрузок:

**fu = Rs ∙ A + f ∙ h ∙ u = β1 ∙ qs ∙ A + ∑ ( βi ∙ fsi ∙ hi ) ∙ u**

для выдергивающих нагрузок:

**fu = f ∙ h ∙ u = ∙ A + ∑ ( βi ∙ fsi ∙ hi ) ∙ u**

где:

Rs = β1 ∙ qs = 0.61 ∙ 611.83 тc/м2 = 373.216 тc/м2 - предельное сопротивление грунта под нижним концом сваи по данным зондирования в рассматриваемой точке;

β1 = 0.61 - коэффициент перехода от qs к Rs, принимаемый по таблице 7.16 независимо от типа зонда по ГОСТ 19912;

qs = 611.83 тc/м2 - среднее значение сопротивления грунта под наконечником зонда;

А = 3.14 ∙ ( 0.219 м )^2 ∙ 0.25 = 0.0377 м2 - площадь поперечного сечения натурной сваи;

u = 3.14 ∙ 0.219 м = 0.688 м - периметр поперечного сечения сваи;

h = 2.0 м - глубина погружения сваи от поверхности грунта около сваи;

f = ∑ ( βi ∙ fsi ∙ hi ) / h - среднее значение предельного сопротивления грунта на боковой поверхности сваи по данным зондирования в рассматриваемой точке;

βi - коэффициент, принимаемый по таблице 7.16 СП 24.13330.2011;

fsi - среднее сопротивление i-го слоя грунта на боковой поверхности зонда, тс/м2 ;

hi - толщина i-го слоя грунта, м;

βi ∙ fsi ∙ hi :

слой № 3 - 0.675 ∙ 3.059 т⁄м2 ∙ 2.00 м = 4.1300 тс/м

∑ ( βi ∙ fsi ∙ hi ) = 4.13 тс/м = 4.13 тс/м

для сжимающих нагрузок:

**fu = 373.216 тc/м2 ∙ 0.0377 м2 + 4.13 тc/м ∙ 0.688 м = 16.9 тс**

для выдергивающих нагрузок:

**fu = 4.13 тc/м ∙ 0.688 м = 2.841 тс**

7.3.3 Несущую способность Fd, кН, свай по результатам их испытаний вдавливающей, выдергивающей и горизонтальной статическими нагрузками, а также по результатам их динамических испытаний следует определять по формуле:

**Fd = γc ∙ Fu,n / γc,g**

где:

γc - коэффициент условий работы сваи ( в случае вдавливающих или горизонтальных нагрузок γc = 1.0; в случае выдергивающих нагрузок γc = 0.8 принимают по 7.2.5);

Fu,n = Fu = fu - нормативное значение предельного сопротивления сваи, определяемое в соответствии с 7.3.10;

γc,g = 1.0 - коэффициент надежности по грунту, принимаемый по указаниям 7.3.4.

для сжимающих нагрузок:

**Fd = 1.0 ∙ 16.9 тс / 1.0 = 16.9 тс**

для выдергивающих нагрузок:

**Fd = 0.8 ∙ 2.841 тс / 1.0 = 2.273 тс**

7.1.11 Сваю в составе фундамента и одиночную по несущей способности грунта основания следует рассчитывать исходя из условия:

**N ≤ Fd / γn / γc,g**

где:

N - расчетная нагрузка, передаваемая на сваю от наиболее невыгодного сочетания нагрузок, действующих на фундамент, определяемая в соответствии с 7.1.12;

для сжимающих нагрузок:

N = Nc + Fneg = 1.458 тс + 0.035 тс = 1.493 тс

для выдергивающих нагрузок:

N = Nв = 1.542 тс;

Fd - несущая способность сваи, определяемая в соответствии с 7.3.3;

γn = 1.0 - коэффициент надежности по ответственности сооружения, принимаемый по ГОСТ 27751, но не менее 1.0;

γc,g = 1,25 / 1,6 - коэффициент надежности по грунту при сжимающей / выдергивающей нагрузке.

для сжимающих нагрузок:

**1.493 тс ≤ 16.9 тс / 1.0 / 1.25 = 13.52 тс**

для выдергивающих нагрузок:

**1.542 тс ≤ 2.273 тс / 1.0 / 1.6 = 1.421 тс**

Вывод:

Расчетная сжимающая нагрузка на сваю с учетом негативной силы трения грунтов: 1.49 тс

Максимально допустимая нагрузка при сжатии: 13.52 тс

Расчетная выдергивающая нагрузка на сваю: 1.54 тс

Максимально допустимая нагрузка при выдергивании: 1.42 тс

Расчетная выдергивающая нагрузка от сил морозного пучения грунта: 1.1 тс

Расчетная удерживающая сила по боковой поверхности свай: 2.58 тс