Винтовые сваи являются эффективными конструкциями нулевого цикла малоэтажных зданий и сооружения. Использование фундаментов на винтовых сваях в морозоопасных, пучинистых грунтах находит все большее применение, ввиду их низкой материалоемкости.

Формирование напряженного состояния между фундаментом и морозоопасным грунтом начинается с момента их смерзания. Развитие касательных напряжений с увеличением площади смерзания грунта с боковой поверхностью фундамента обусловливает суммарное значение силы пучения, величина которой зависит от многих переменных, наиболее значимыми из которых является: конструкция фундамента, температура, влажность и вид грунта, глубина и характер его промерзания и пучения.

**Цель настоящей работы – произвести сравнительный расчетный анализ двух конструкций свай (тип I, тип II) на воздействие сил морозного пучения и выявить наиболее эффективное конструктивное решение.**

**Исходные данные.**

В соответствии со СП 50-101-2004 по проектированию оснований зданий и сооружений обеспечение устойчивости и прочности зданий и сооружений, возводимых на морозоопасных основаниях, предопределяется решением следующих задач:

а) назначением глубины заложения фундамента с учетом предупреждения возможного промерзания и пучения грунтов основания под подошвой фундамента;

б) проверкой устойчивости и прочности фундамента на действие касательных сил пучения, возникающих в процессе промерзания и пучения грунта у боковой поверхности фундамента

Произведем соответствующие расчеты, со следующими исходными данными для двух типов свай:

*Грунтовые условия площадки строительства: грунты — сильнопучинистые тугопластичные суглинки плотностью r = 1,95 т/м 3. Модуль деформа­ции грунта E = 2,9 МПа, коэффициент Пуассона m = 0,30, показатель текучести JL = 0,31, угол внутреннего трения jI=21°, удельное сцепление CI = 32 кПа, расчетная глубина промерзания d = 1,7 м.*

**Описание конструкции свай.**

На сегодняшний день существует две принципиально отличные конструкции винтовых свай, их можно разделить на два типа (рис. 1).

Тип I – металлическая свая, представляющая собой трубу с приваренной на конце лопастью. Отношение диаметра ствола сваи к диаметру лопасти составляет не более 1/3. Свая длинной 2500мм, диаметр ствола 108мм, диаметр лопасти 300мм.

Тип II – рассматриваемая свая представляет собой полые стальные стержни, состоящие из цилиндрической и конической частей. На наружной поверхности конической части свай выполнена резьба из стальной полосы. Примем сваю 114 диаметра, длинной 2500м.

**Основные предпосылки для определения устойчивости против действия сил морозного пучения.**

В соответствии с условиями устойчивости фундаментов всех типов расчет их на воздействие касательных сил пучения производится согласно указаниям главы 6.8 [1] по проектированию оснований и фундаментов на пучинистых грунтах по формуле (1):



*где τfh — расчетное значение удельной касательной силы пучения, определяемая в соответствии с [3]; Afh — расчетная площадь боковой поверхности фундамента, м2, находящейся в пределах расчетной глубины слоя сезонного промерзания — оттаивания; F —расчетная постоянная нагрузка на фундамент, определяемая с коэффициентом 0,9; Fr —расчетное значение силы, удерживающей фундамент от выпучивания вследствие трения боковой поверхности с талым грунтом Fr,f; γc — коэффициент условий работы, принимаемый равным 1; γn — коэффициент надежности, принимаемый равным 1.*

Для фундаментов с заанкеренной в непромерзающий грунт лопастью (тип I) , расчетное значение силы *Fr,f*, удерживающей от выпучивание определяется как несущая способность сваи на выдергивание [1], умноженной на соответствующий коэффициент запаса ( *γn= 1.4).*

Расчетное значение силы *Fr,f*, МН (кгс), удерживающей фундамент от выпучивания вследствие трения его поверхности с непромерзающим грунтом, для фундаментов, несущая способность которых определяется работой боковой поверхности, определяется по формуле (2):



*где u —  периметр сечения поверхности сдвига, м (см), принимаемый равным: для свайных и столбчатых фундаментов без анкерной плиты — периметру сечения фундамента;*

*hi —   толщина i-го слоя мерзлого или талого грунта, расположенного ниже подошвы слоя сезонного промерзания-оттаивания, м (см);*

*fi —   расчетное сопротивление i-го слоя талого грунта сдвигу по поверхности фундамента, кПа (кгс/см2), принимаемое в соответствии с требованиями [1].*

**Результаты расчета.**

**Тип 1. Свая диаметром ствола 0.108м, длиной 2.5 м.**

Определим несущую способность винтовой сваи на выдергивание согласно СП 50-102-2003 [3] в соответствии с принятыми грунтовыми условиями:

*Fd* = γ*c*[(*a*1*c*1 + *a*2γ1*h*1)*A* ]= 0.7х [ ( 12.1 х 32 кПа + 5.5 х 19.5 кН/м3 х 1.70 ) х 0.07 = 108.31 кН = 10.83 тс

*Fd*/γ*k*=10,83/1,4=7,7 тс.

*В данной формуле учтем только одно слагаемое, а именно, сопротивление выдергиванию лопасти, погруженной в непромерзший грунт.*

Определим τfh — расчетное значение удельной касательной силы пучения.

Т.к. грунт относится к сильнопучинистым, нормативное значение удельной касательной силы пучения τfhnпо табл.8 [2] при глубине до 1.5м. составит 100кПа.

τfh=*χ* *k*0 τfhn=0.8 \* 0.8 \* 130 = 83.2 кПа

*где χ — коэффициент, учитывающий геокриологические условия участка; при сезонном промерзании грунтов в условиях отсутствия или глубокого залегания вечномерзлых пород χ = 0,8; при смыкании промерзающего слоя с вечномерзлыми (или скальными) породами χ = 0,6 ÷ 0,7; k0 — коэффициент, учитывающий материал и состояние поверхности фундамента в пределах слоя промерзающего грунта; значение k0 принимается по табл.*[*7*](http://www.norm-load.ru/SNiP/Data1/50/50944/index.htm#i1501762)*; τfhn — значение удельной нормативной касательной силы пучения, МПа (кгс/см2), определяемое в зависимости от степени морозоопасности грунта по табл.*[*8*](http://www.norm-load.ru/SNiP/Data1/50/50944/index.htm#i1511958)*; Afh — расчетная площадь боковой поверхности фундамента, м2, находящейся в пределах расчетной глубины слоя сезонного промерзания — оттаивания грунта.*

Воздействие вертикальных касательных сил морозного пучения в соответствии с формулой (1):

83 кПа \* 0.57 м2 = 47.84 кН = 4.8 тс — вертикальная выдергивающая сила

*Fd*/γ*k=7.7> 4.8 тс*

Условие по устойчивости выполняется.

**Тип 2. Свая конической формы, диаметром 0.114м, длиной 2.5 м.**

Геометрические данные, которые понадобятся в расчетах:

*Длина цилиндрической части — 0.55м*

*Диаметр цилиндрической части – 0.114м*

*Периметр цилиндрической части – 0.358м*

*Длина конической части -1.45м*

*Приведенный диаметр конической части – 0.114/2=0.057м*

*Расчетный периметр конической части – 0.358/2= 0.1797см*

Расчетное значение силы *Fr,f*, МН (кгс), удерживающей фундамент от выпучивания вследствие трения его поверхности с непромерзшим грунтом, определяется по формуле (2):

Fr = 30 кПа \* 2 м \* 0.17 = 10.2 кН = 1.02 тс

Воздействие вертикальных касательных сил морозного пучения в соответствии с формулой (1):

83 кПа \* 0.45 м2 = 37.35 кН = 3.74 тс — вертикальная выдергивающая сила

Условие не выполняется.

**Выводы по результатам расчета:**

1. Расчетом установлено, что винтовые сваи с заанкеренной в непромерзший грунт лопастью (**тип 1**) не подвержены влиянию сил морозного пучения, условия по обеспечению устойчивости выполняются.
2. Фундаменты с лопастью не подвержены деформациям, связанными с процессами промораживания – оттаивания.
3. Винтовые сваи конической формы с навитой лопастью (**тип 2**) не отвечают требованиям по обеспечению устойчивости против касательных сил морозного пучения.
4. Для свайных фундаментов, в несущей способности которых большой удельный вес составляет несущая способность боковой поверхности (тип 2), необходимо выполнять условие отсутствия остаточных деформаций пучения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *СП*—*50-101-2004 «*Проектирование и устройство оснований и фундаментов зданий и сооружений». М., 2004
2. «Рекомендации по учету и предупреждению деформаций и сил морозного пучения грунтов», М., Стройиздат 1986
3. СП 50-102-2003 «Проектирование и устройство свайных фундаментов». М.,2003.
4. Максимов Ф.А. «Лабораторные исследование морозного пучения грунтов», Вестник «ЮУрГУ» выпуск 9, №35, 2009г.

Приложение 1



Рис.1 Конструкции винтовых свай

I тип – винтовая свая с лопастью

II тип – винтовая свая конической формы