

УДК 624.155.2

**ПРИМЕНЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЯ
МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ВИНТОВЫХ СВАЙ
В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ**

Кравцов В.Н., Зайцев М.В.*, Аль-Тамими Саиф Сами **

Научно-исследовательское республиканское унитарное предприятие по строительству «Институт БелНИИС», г. Минск, Беларусь

**Завод винтовых свай fundex.biz, г. Минск, Беларусь*

***Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Беларусь*

В статье освещены вопросы применения и результаты экспериментальных лабораторных и полевых исследований металлических винтовых свай.

Issues of using metal screw piles and results of them laboratory and field investigations are presented in this article.

Введение

Свайные фундаменты — относятся к конструкциям с помощью которых задача сбережения энергии и ресурсов в фундаментостроении решается наиболее эффективно. При этом, современная отечественная практика показывает, что свайные фундаменты из винтовых металлических свай (далее – сваи СВ) являются одними из наиболее экономичных вариантов. Особенно сильно их преимущество проявляется в сложных грунтовых условиях и при наличии комбинированных (моментных) выдергивающих и вдавливающих нагрузок [1 и др.].

Сваи СВ российского производства (диаметры ствола $d_{ст}=219$ мм, лопасти $D_{л}=500-850$ мм) стали активно применяться в РБ примерно с 2008 г. по инициативе д.т.н. В.Н. Железкова (РФ), как правило в качестве фундаментов под вышки сотовой связи. Для снижения материалоемкости и трудоемкости устройства указанных свай СВ в РУП «Институт БелНИИС» проведена работа по их совершенствованию и разработке новых типов свай для малонагруженных объектов (сельские, коттеджные дома, склады, теплотрассы, временные и инженерные сооружения, малые архитектурные формы, заборы, прессы, мосты, террасы, и др.), примеры которых даны на рис. 1 и сайте www.fundex.biz. Согласно разработанных ТУ ВУ 191301472.003-2012 сваи СВ ($d_{ст}=57-168$ мм – диаметр ствола) со сварными лопастями диаметром $D_{л}=150-850$ мм изготавливаются с открытым наконечником при $d_{ст}=57; 89$ мм и конусным закрытым концом при $d_{ст}\geq 108-218$ мм (см. рис. 1). В тоже время опытные испытания свай СВ показали, что отклонения значений их несущей способности (P) по грунту и деформации (осадка s и выход v), от их фактических величин, найденных по методикам [3, 4 и др.], достигают 100%. Особенно большие отклонения между опытными и рассчитанными значениями P имеют место при определении несущей способности оснований свай СВ на выдергивание.

Для уточнения указанных расчетных методик в РУП «Институт БелНИИС» были проведены лабораторные и натурные экспериментальные исследования свай СВ усовершенствованных конструкций, результаты которых приводятся ниже.

Методика и результаты исследований свай СВ. Исследование свай СВ проводятся в лабораторных и полевых условиях. Лабораторные исследования выполнены на моделях свай СВ разных размеров, изготовленных с учетом требований теории подобия, которые испытывались на выдергивающие и вдавливающие статические нагрузки. Это позволило оценить влияние размеров и глубины погружения свай ВС на формирование их активной (деформированной) зоны. Исследования лабораторными методами проводились с использованием плоского лотка. Он выполнен в виде ящика размером 840-650 мм со стеклянными стенками, для возможности визуального наблюдения за развитием процесса деформации модели основания сваи СВ во время ее испытания (рис. 2).

а)



б



в



Рис. 1. Разработанные варианты свай СВ по ТУ ВУ 191301472.003-2012 (а) и примеры возведения объектов с их использованием (б), (в):
 б – щитовой дом на сваях СВ в процессе возведения;
 в – конвейер для подачи труб в пескоструйный цех

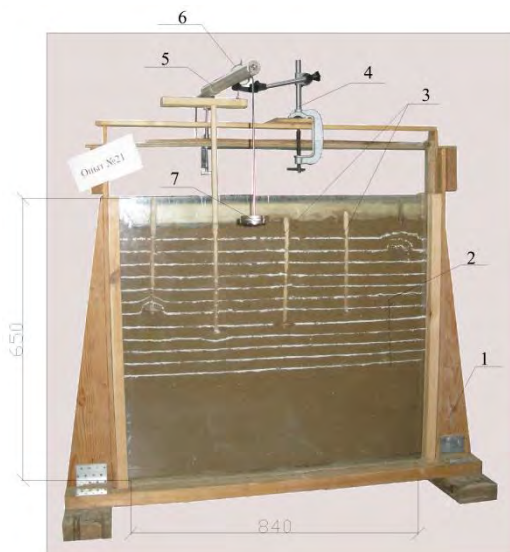


Рис. 2. Общий вид плоского лотка, и модельных свай в процессе их испытаний: 1 – деревянный лоток; 2 – контрольные меловые полоски для оценки деформации грунта; 3 – модель винтовой сваи; 4 – трубочина для крепления индикатора; 5 – рычажное устройство для нагружения модели свай; 6 – индикатор часового типа; 7 – площадка для грузов массой 100, 200 и 500 г

Фиксация деформаций грунта в процессе испытания проводилась по форме изменения горизонтальных меловых полосок, выполненных у передней стеклянной стенки лотка при формировании грунтового основания. Испытаны маломасштабные деревянные модели винтовых свай, масштаб 1:20. В качестве грунта использовался песок мелкий и средний от рыхлых до плотных, с характеристиками: сцепление $c = 0-0,01$ МПа; угол внутреннего трения $\varphi = 20-27^\circ$; влажность $w = 5-9\%$; плотность $\rho = 1,57-1,65$ т/м³.

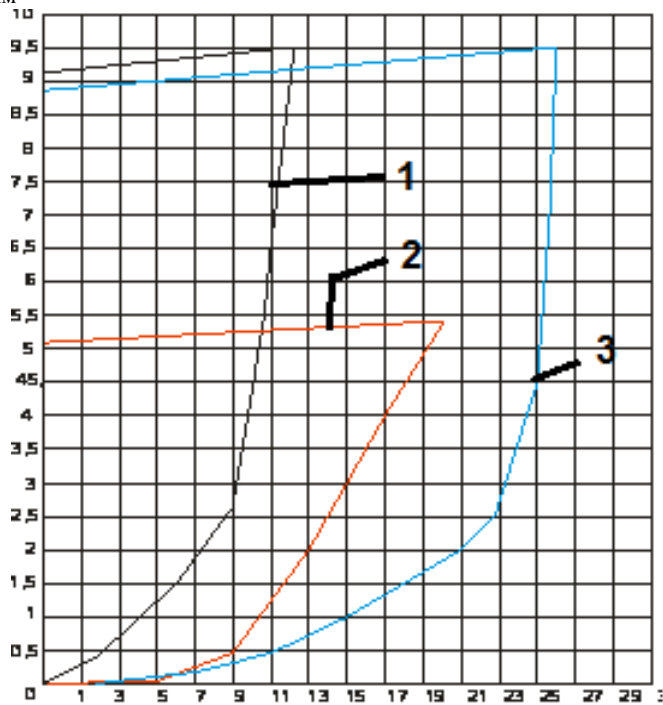
Процесс испытания моделей винтовых свай СВ в лотке заключался в их загрузке последовательно: сначала вдавливающей, а затем выдергивающей вертикальной нагрузками с параллельным определением активной зоны (деформирования грунта вокруг них).

Деформации измерялись индикаторами часового типа с точностью измерений до 0,01 мм. Отсчеты по индикатору снимались через 15 мин и заносились в журнал. Ступени нагружения составляли 1/10 полной нагрузки. Каждая последующая ступень

нагрузки прикладывалась после условной стабилизации деформации грунта: 0,1 мм за последние 15 мин.

В опытах применялись маломасштабные деревянные модели винтовых свай с заложением лопасти на глубине от поверхности 3-10D_л, размерами: ствол диаметром Ø 10 и 14 мм; лопасть Ø 20-50 мм, глубина погружения 10–30 см (рис. 2). Каждый тип модельной сваи, отличающийся диаметром или длиной испытывался с 3-кратной повторяемостью.

Δv , мм



P_v , н

Рис. 3. Результаты испытания модельных свай на выдергивающие нагрузки в песке средней прочности (зависимости выхода сваи из грунта Δv от нагрузки P_v , $\Delta v = f(P_v)$):

1 – модельная свая ВС1 (ствол Ø 1,4 см, лопасть Ø 3 см), глубина погружения 15 см; 2 – модельная свая ВС 3 (ствол Ø 1,4см, лопасть Ø 5 см), глубина погружения 15 см; 3 – Модельная свай ВС 2 (ствол Ø 1,4см, лопасть Ø 5 см), глубина погружения 30 см

Пример испытания 3-х коротких ($\lambda \leq 6D_{\text{л}}$) модельных свай СВ на выдергивающие нагрузки и результаты измерения характера деформирования грунта вокруг них даны на рис. 3 и 4.

Натурные испытания разработанных свай СВ выполнены на 3-х опытных площадках по стандартной методике СТБ [5] с откопкой отдельных свай и замером деформируемой зоны вокруг них с использованием зонда плотномера по методике [6]. Итоговые результаты испытания на ОП1 даны на рис. 5 и [7] и полностью совпали с результатами лабораторных исследований.

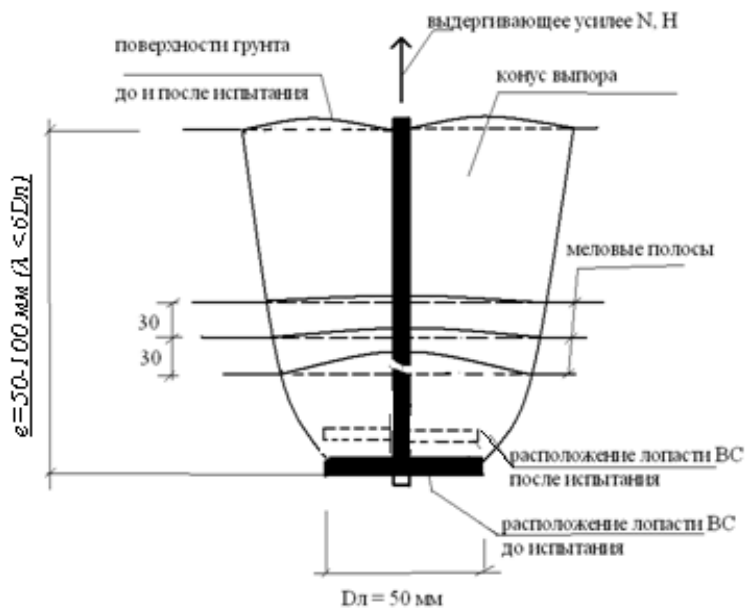


Рис. 4. Схема работы модели свай СВ мелкого заложения ($\lambda \leq 6D_{\text{л}}$) при выдергивающей нагрузке по итогам испытаний

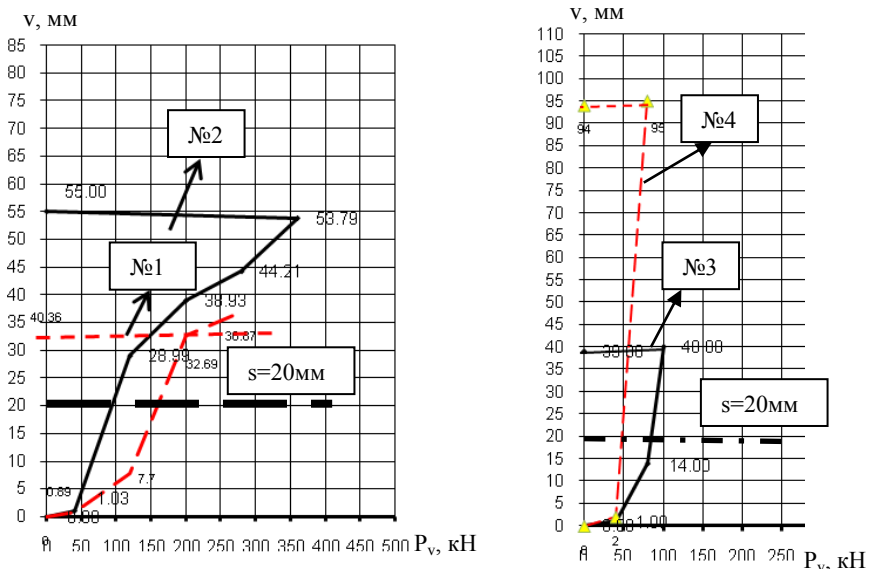


Рис. 5. Результаты натурных испытаний свай СВ на опытной площадке ОП1 на территории строящегося здания по ул. Тимерязева г. Минск (графики зависимости выхода свай ВС №1: ($d_f 108, D_n 300$); №2: ($d_f 87, D_n 250$); №3: ($d_f 78, D_n 250$); №4: ($d_f 57, D_n 150$) из грунта v от нагрузки P_v .)

Литература

- 1 Кравцов, В.Н. Эффективность использования винтовых свай в сложных грунтовых условиях Беларуси / В.Н. Кравцов, Л.С. Чеботарь // Межд. сборник тр. Геотехника: Научные прикладные аспекты строительства надземных и подземных сооружений на сложных грунтах. – СПб. : СПб ГАСУ, 2008 – С. 186–191.
- 2 Патент на изобретение №15218 свая винтовая, зарегистрирован 26.08.2011г. / В.Н. Кравцов, Н.А. Назаров, Л.С. Чеботарь
- 3 Железков, В.Н. Винтовые сваи в энергетической и других отраслях строительства / В.Н. Железков. – СПб. : ПРАГМА, 2004. – 128 с.
- 4 Далматов, Б.И. Проектирование свайных фундаментов в условиях слабых грунтов / Б.И. Далматов ; под ред. д-ра техн. наук. проф. Б.И. Далматова. –Л. : Стройиздат, 1975. – 240 с.

5. Грунты. Методы полевых испытаний сваями : СТБ 2242-2011. – Минск : МАиС РБ, 2012 – 40 с.

6. Контроль степени уплотнения грунтов при возведении земляных сооружений : П12 к СНБ 5.01.01-99. – Минск : МАиС РБ, 2002. – 62 с.

7 Кравцов, В.Н. Экспериментальные исследования металлических винтовых свай в грунтовых условиях Республики Беларусь / В.Н. Кравцов, С.С.Х. Аль-Тамими // Сборник XVIII международного научно-методического семинара: перспективы развития новых технологий в строительстве и подготовке инженерных кадров Республики Беларусь, Новополоцк, 28-29 ноября 2012. – Том II. – С. 281–286.