

Рис. 8. Типовой разрез по дорожной насыпи, усиленного щебеночными армирующими элементами

Вывод: Данная технология позволяет повысить модули деформации слабых грунтов и как следствие снизить расчетные осадки, значительно сократить сроки консолидации грунтов основания, сократить стоимость и сроки СМР по возведению фундаментов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ulrich Smoltczyk. Geotechnical engineering handbook. Volume 2. Berlin, 2003.

УДК 624.154

НОВАЯ КОНСТРУКЦИЯ БУРОВОЙ КОНУСОВИДНОЙ СВАИ ДЛЯ УСТРОЙСТВА В СТРУКТУРНО-НЕУСТОЙЧИВЫХ ГРУНТАХ

**Самородов А.В., Убийвовк А.В.,
Купрейчик А.Ю., Найдёнова В.Е.**

(Харьковский национальный университет строительства
и архитектуры, г. Харьков, Украина)

Аннотация

Предложены варианты конструкций буровых свай с конусовидной формой ствола, применение которых позволяет обеспечить снижение или отсутствие возможного влияния догружающих (нега-

тивных) сил трения по боковой поверхности свай в просадочных (насыпных и т.п.) грунтах, и, как следствие, назначать большие вдавливающие нагрузки на сваи по сравнению со сваями с традиционной цилиндрической формой ствола. Также приведены подтверждающие результаты лабораторных экспериментальных исследований эффективности на моделях конусовидных свай.

При проектировании зданий и сооружений на свайных фундаментах силы догружающего (отрицательного) трения следует учитывать в случаях, когда условная скорость деформации грунта около свайного массива может превышать скорость осадок свайного фундамента, что, как правило, проявляется при наличии в основании структурно-неустойчивых грунтов, а также в других случаях развития подобных деформаций грунтовой толщи.

Вопросами развития сил отрицательного трения в свайном фундаменте посвящены труды отечественных и зарубежных исследователей: Далматов Б.И., Лапшин Ф.К., Россихин Ю.В., Григорян А.А., Зарецкий Ю.К., Морозов В.Н. Брома Бенг Б., Fellenius В.Н., Crawford С.В., Endo М., Bjerrum L., Johannessen I.J., Kerisel J., Lee С.Ј., Bolton M.D. и другие.

В сложных инженерно-геологических условиях, особенно для многоэтажных и высотных сооружений, используют железобетонные буронабивные или буроинъекционные сваи (буровые сваи) [1], в том числе с уширением на конце, которые устраивают непосредственно в грунте, что предусматривает для формирования ствола сваи разбуривание скважины шнеком необходимого диаметра на проектную глубину по принципу вращательного бурения в зависимости от используемого оборудования [2].

Известны способы устройства буронабивных свай в структурно-неустойчивых грунтах в стальных, полиэтиленовых и других обсадных трубах, которые обеспечивают снижение догружающих сил трения за счет более низких показателей трения по грунту материала труб, чем поверхность бетонной сваи [2], но имеют относительно высокую стоимость и низкие антифрикционные качества [3]. Другие известные способы устройства свай с так называемой «антифрикционной рубашкой» [4] очень усложняют процесс устройства буровых свай.

Известно применение забивных железобетонных свай, имеющих пирамидальную, трапецевидную и конусную форму ствола [1, 2, 5], которая также принимается в качестве формы для специальных трамбовок при устройстве бетонных или железобетонных набивных свай (фундаментов) в выштампованном ложе (котловане) [1, 4, 6, 7]. Также для забивных свай постоянного поперечного сечения по длине применяют антифрикционное покрытие боковой поверхности [1]. Однако, такие забивные и набивные сваи имеют ограниченную длину (до ≈ 10 м) и область применения, а также сомнительный эффект снижения догружающих сил по их боковой поверхности за счет дополнительного обжатия грунтового массива вокруг сваи при их устройстве.

В данной статье предлагаются формы буровых свай, которые выполняются с помощью патентуемого способа их устройства [8] для обеспечения снижения или отсутствия влияния догружающих сил трения грунта по боковой поверхности буровых свай в структурно-неустойчивых (насыпных и т.п.) грунтах.

На рис. 1 приведены принципиальные формы буровых свай, которые устраиваются предлагаемым способом, где показано конусовидную форму ствола сваи 1, которая формируется с помощью разбуривания скважины конусовидным шнеком необходимых геометрических параметров (d_6 и d_n) и глубиной H и уширения 2 в конце ствола сваи 1.

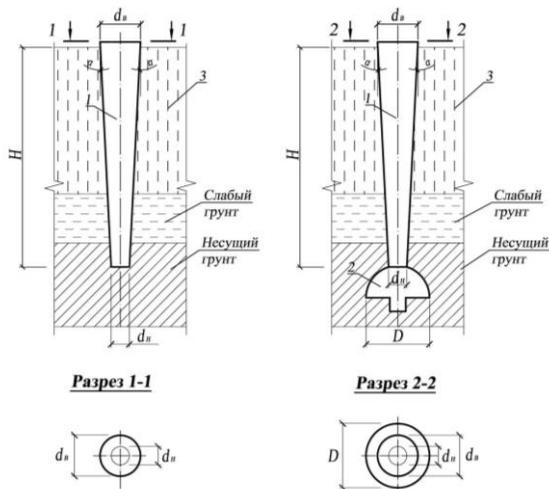


Рис.1. Принципиальные формы буровых свай, устраиваемые предложенным способом

Суть способа устройства буровых свай заключается в том, что боковая поверхность свай в пределах структурно-неустойчивых грунтов практически не воспринимает догружающие силы трения за счет наклона поверхностей ствола сваи сверху донизу.

Для исследований по выявлению эффекта снижения догружающих сил трения грунта, действующих по боковой поверхности свай без учета вертикальной нагрузки, проведены лабораторно-экспериментальные исследования на моделях свай.

В основу лабораторных экспериментов положен способ по выявлению именно максимальных догружающих сил трения грунта на моделях свай, который был предложен и реализован Самородовым А.В. и Найдёновой В.Е. и опубликован в работах [9, 10].

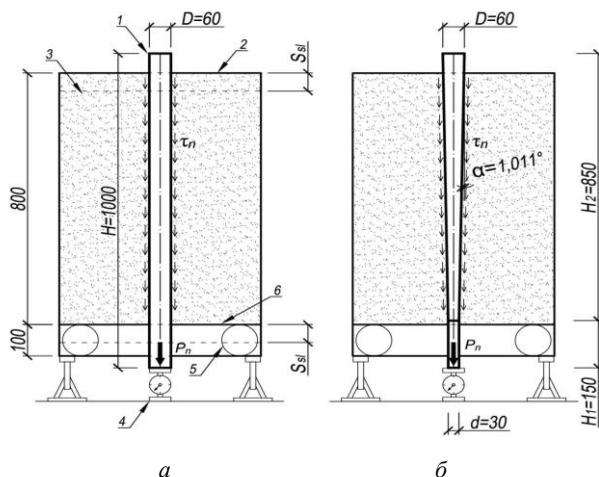


Рис. 2. Схема установки в процессе эксперимента по определению догружающих сил трения грунта P_n по боковой поверхности сваи при различных углах наклона поверхностей ствола α :

а – стандартная цилиндрическая форма сваи; *б* – предложенная конусовидная форма сваи; 1 – модельная деревянная свая, 2 – лоток, 3 – песок (мелкий, сухой, однородный $\gamma \approx 15 \text{ кН/м}^3$, $\varphi = 30^\circ$), 4 – динамометр, 5 – резиновая воздушная «подушка», 6 – разделительная перегородка (ДСП)

Подготовка к эксперименту и его проведение включало несколько этапов (см. рис. 2):

- модельная свая устанавливалась в проектное вертикальное положение путем свободного вывешивания, при котором нижний ко-

нец сваи пропускался через всю конструкцию лотка через специальные отверстия в днищах, с упором сваи на динамометр;

- производилась засыпка песчаного грунта «дождем» на всю высоту лотка;

- производилась имитация процесса просадки всей толщи на величину $s_{sl}=100$ мм за счет спуска воздуха из резиновой камеры («подушки»);

- регистрировался дополнительный вес сваи за счет догружающих сил трения грунта P_n по боковой поверхности сваи с помощью динамометра.

В табл. 1 приведены результаты лабораторных экспериментальных исследований по выявлению максимальной догружающей силы трения сыпучего грунта P_n по боковой поверхности сваи за счет наклона поверхностей ствола.

Таблица 1
Результаты лабораторных исследований

№	H, м	H ₁ , м	H ₂ , м	D, м	d, м	α , град	S, м ²	P _n , (10 ⁻² кН)
а	1			0,06	0,06	0	0,16	18,3
б	1	0,85	0,15	0,06	0,03	1,011	0,12	7,5

Как видно из табл. 1 при незначительном снижении площади боковой поверхности конусовидной модельной сваи по сравнению с цилиндрической формой ствола снижение догружающих сил трения P_n составило до $\approx 2,5$ раза, что указывает на эффективность применения конусовидных буровых свай и позволяет повысить несущую способность свай на вдавливающие нагрузки в проекте свайных фундаментов в структурно-неустойчивых грунтах с обеспечением определенного экономического эффекта.

ЛИТЕРАТУРА

1. ДБН В.2.1-10-2009 Зміна №1. Основи та фундаменти споруд. Основні положення проектування. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2011. – 55 с.

2. Свайные работы / М.И. Смородинов, А.И. Егоров, Е.М. Губанова и др.; Под ред. М.И. Смородинова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1988. – 223 с.: ил. – (Справочник строителя).

3. Ермошин П.М. Устройство буронабивных свай. М.: Стройиздат, 1982. – 212 с.

4. Патент на корисну модель №57669, УКРАЇНА. МПК E02D 5/34. Спосіб влаштування паль з «антифрикційною сорочкою» (Снісаренко В.І., Гембарський Л.В., Щерба М.О.) НТУУ «Київський політехнічний інститут». – Заявл. 28.07.2010. Опубл. 10.03.2011. Бюл. №5. – 4 с.

5. Основания, фундаменты и подземные сооружения / М.И. Горбунов-Посадов, В.А. Ильичев, В.И. Крутов и др. Под общ. ред. Е.А. Сорочана и Ю.Г. Трофименкова. – М.: Стройиздат, 1985. – 480 с. – (Справочник проектировщика).

6. Посібник з проектування та влаштування паль у пробитих свердловинах / [М. Л. Зоценко, Ю. Л. Винников, А. М. Павліков та ін.]; ПолтНТУ, ДП НДІБК. – Київ, 2014. – 70 с.

7. Пособие по производству работ при устройстве оснований и фундаментов (к СНиП 3.02.01-83) / НИИОСП им. Н.М. Герсеванова. – М.: Стройиздат, 1986. – 567 с.

8. Заявка на винахід України № а 2018 00812. Спосіб влаштування бурових паль у структурно-нестійких грунтах (Самородов О.В., Убийвовк А.В., Найдьонова В.Є., Купрейчик А.Ю.). – заяв. 29.01.2018.

9. Самородов А.В. Проектирование эффективных комбинированных свайных и плитных фундаментов многоэтажных зданий: монография / А.В. Самородов. – Харьков: Типография Мадрид, 2017. – 204 с.

10. Naydenova V.E. Laboratory experimental research of loading forces development acting on the side surface of the piles / V.E. Naydenova // Academic Journal. Series: Industrial Machine Building, Civil Engineering / Poltava National Technical Y. Kondratyuk University. – Issue 1(50) 2018. – Pp. 174-180