УДК 624.131

© И. П. Дьяконов, аспирант
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: idjkanv@yandex.ru

DOI 10.23968/1999-5571-2017-14-3-55-58

© I. P. D'yakonov, post-graduate student
(Saint Petersburg State University of Architecture
and Civil Engineering)
E-mail: idjkanv@yandex.ru

АНАЛИЗ РАБОТЫ СВАИ «ФУНДЕКС» В СЛАБЫХ ГЛИНИСТЫХ ГРУНТАХ

ANALYSIS OF THE "FUNDEX" PILE PERFORMANCE IN SOFT SOILS

Представлены основные результаты исследования напряженно-деформированного состояния грунтов около набивной сваи «Фундекс» (с учетом технологии ее изготовления) как главного фактора, определяющего несущую способность свай по грунту.

Ключевые слова: технология «Фундекс», негабаритный теряемый наконечник, бетонирование методом сбрасывания.

The paper presents the results of research of the stressed and deformed state of the soils for the "Fundex" pile, taking into account the technology aspect, because it is the main factor determining the bearing capacity of the "soil-piles" system.

Keywords: the Fundex technology, out of gauge big shoe, shedding concrete method.

Сводом правил СП24.13330.2011 определена классификация свай исходя из принципа их устройства. Данная классификация определяет оценку величины трения сваи по боковой поверхности и под острием в зависимости от глубины залегания слоя и показателя консистенции. Предпосылкой к данной классификации является тезис о влиянии величин трения сваи по грунту в зависимости от условия устройства сваи в грунт. С этой точки зрения сваи по технологии «Фундекс» не подходят ни под одну из классификаций СП24.13330.2011. В связи с этим представляет интерес рассмотрение технологии изготовления и влияние процесса производства работ по устройству этих свай на изменение напряженно-деформированного состояния грунта около сваи. Отметим, что вопрос о фактической несущей способности материала сваи «Фундекс» ранее довольно подробно рассмотрен в работе [1].

Сотрудниками кафедры геотехники СПбГАСУ неоднократно выполнялись полевые испытания

грунтов при изготовлении буронабивных свай [2, 3]. По результатам экспериментов делались выводы о фактическом трении грунта по боковой поверхности, сопоставлении с расчетными методами отечественных и зарубежных норм, величине активной зоны грунта вокруг свай, напряженно-деформированное состояние которых меняется в процессе изготовления. Этой темой занимались Р. А. Мангушев, А. И. Осокин, С. В. Татаринов, А. В. Сбитнев, В. В. Конюшков, А. В. Евшов [4, 5], А. Н. Гайдо и другие.

Комплексный анализ технологии «Фундекс» был выполнен автором статьи на строительных площадках Санкт-Петербурга в условиях большой мощности слабых водонасыщенных грунтов.

Последние 15 лет данная технология изготовления свай является одной из самых востребованных в Санкт-Петербурге для жилого и промышленного строительства. Конкурентное преимущество технологии заключается в простоте и высокой скорости изготовления одной

сваи. Устройство свай «Фундекс» состоит из трех ключевых этапов: погружение обсадной трубы с теряемым наконечником на проектную отметку, бетонирование скважины методом свободного сбрасывания, извлечение обсадной трубы. Таким образом, сваи, изготовленные по данной технологии, относятся к сваям вытеснения, так как при устройстве скважины нет извлечения грунта, но он принудительно вытесняется в окружающий грунтовый массив. Однако, учитывая размеры теряемого наконечника, можно заключить, что после прохождения каждой отметки глубины за теряемым наконечником образуется полость. Данная полость будет заполняться шламом, грунтовой водой, грунтом. Такая контактная зона по боковой поверхности значительно отличается от уплотненной «грунтовой рубашки» при изготовлении забивной сваи.

На рис. 1 представлена схема конструкции инвентарной обсадной трубы и теряемого наконечника.

Как видно на рис. 1, величина зазора между обсадной трубой и стенками скважины составляет свыше 10 см. Для определения распределения трения в полевых условиях были проведены натурные исследования напряженно-деформи-

Рис. 1. Схема конструкции инвентарной обсадной трубы и теряемого наконечника сваи «Фундекс»

рованного состояния грунтов околосвайного массива при изготовлении свай. Изменение характеристик грунтов выполнялось методом статического зондирования малогабаритной самоходной установкой, предоставленной Центром геотехнологий СПбГАСУ.

Зондирование выполнялось как до устройства свай, так и непосредственно после изготовления на различном удалении от оси свай. По результатам полевых исследований выявлено, что наибольшее изменение грунтовых характеристик наблюдалось в ближайшей к свае точке статического зондирования. На рис. 2 представлены результаты изменения характеристик трения грунта непосредственно после изготовления свай.

Как видно на рис. 2, полевые эксперименты подтверждают выводы, полученные автором в ходе обработки графиков испытаний свай, о значительном снижении величины трения по боковой поверхности свай «Фундекс».

Отметим, что на данной площадке были произведены дальнейшие исследования изменения напряженно-деформированного состояния с учетом длительного отдыха грунтов. Зондирование производилось на всю длину свай (30 м) на расстоянии 1,0 м от оси свай.

На рис. 3 представлен результат исследования грунтов около выполненной сваи с учетом отдыха сроком в 8 месяцев.

Зондирование около свай «Фундекс» на данную глубину было выполнено в Санкт-Петербурге впервые. Основная цель заключалась в анализе изменения свойств тиксотропных грунтов озерно-ледникового генезиса. Полученные результаты дают основание полагать, что в толще слабых грунтов со временем происходит не только восстановление первоначальных свойств, но и имеет место значительное упрочнение, что характеризуется снижением показателя консистенции слабых глинистых грунтов до двух раз.

Эффект длительного отдыха также неоднократно подтверждался при повторном испытании свай, при котором максимальная вдавливающая нагрузка увеличивалась до 40 % [1].

На основании изложенного материала можно сделать следующие выводы. Отечественные нормативные документы не позволяют определить расчетным методом несущую способность свай «Фундекс». Рассмотренные конструктивные осо-

Рис. 2. Результаты статического зондирования грунта одиночной сваи: а — параметры зондирования непосредственно после изготовления сваи; б — сравнение графиков зондирования до и после изготовления сваи; ИГЭ — инженерно-геологический элемент; q_c — удельное сопротивление грунта под конусом зонда, МПа; f_s — удельное сопротивление грунта по боковой поверхности зонда, кПа; u — поровое давление, кПа; R_f — коэффициент трения, $R_f = (f_s / q_c) \cdot 100 \%$; Δq — величина снижения удельного сопротивления грунта под конусом зонда после изготовления сваи; Δf — величина снижения удельного сопротивления грунта по боковой поверхности зонда после изготовления сваи

Рис. 3. Результаты статического зондирования грунтов околосвайного массива с учетом длительного отдыха

бенности рабочего органа определяют наличие контактной зоны с пониженными характеристиками грунта. Указанный зазор приводит к распределению нагрузки в основном на пяту сваи. Снижение характеристик грунта до 70 % было зафиксировано на расстоянии одного диаметра (0,5 м) от сваи с постепенным затуханием в зоне шести диаметров. Слабые тиксотропные грунты при длительном отдыхе не только восстанавливают свои свойства до природных значений, но и показывают существенное снижение показателя консистенции, то есть плотность их повышается.

Библиографический список

1. Дьяконов И. П. Влияние технологии изготовления на несущую способность материала набив-

ной сваи // Вестник гражданских инженеров. 2017. № 2 (61). С. 133–136.

2. Дьяконов И. П., Конюшков В. В. Особенности работы набивной закручиваемой сваи «Фундекс» в разнородных грунтах // Вестник гражданских инженеров. 2014. № 6 (47). С. 116–120.

3. Мангушев Р. А., Конюшков В. В., Дьяконов И. П. Анализ практического применения закручиваемых набивных свай // Основания и фундаменты, механика грунтов. 2014. № 5. С. 11–16.

4. Мангушев Р. А., Ершов А. В., Ершов С. В. Экспериментальная оценка изменения состояния грунтового массива при изготовлении набивной сваи // Научно-практические и теоретические проблемы геотехники: межвуз. тематич. сб. трудов. Т. 1. СПб., 2009. С. 101–108.

5. Ершов А. В., Нутрихин В. В. Оценка несущей способности набивных свай с использованием данных статического зондирования // Инженерные изыскания. 2011. № 7. С. 42–52.

References

1. D'yakonov I. P. Vliyaniye tekhnologii izgotovleniya na nesushchuyu sposobnost' materiala nabivnoy svai [The influence of technology aspect on the bearing capacity of cast-in-place piles]. *Vestnik grazhdanskikh inzhenerov – Bulletin of Civil Engineers*, 2017, no. 2 (61), pp. 133–136.

2. D'yakonov I. P., Konyushkov V. V. Osobennosti raboty nabivnoy zavinchivaemoy svai «Fundeks» v raznorodnykh gruntakh [Features of screw-pile "Fundeks" performance in heterogeneous soils]. *Vestnik grazhdanskikh inzhenerov – Bulletin of Civil Engineers*, 2014, no. 6 (47), pp. 116–120.

3. Mangushev R. A., Konyushkov V. V., D'yakonov I. P. Analiz prakticheskogo primeneniya zavinchivaemykh nabivnykh svay [Analysis of practical application of screwed-up stuffed piles]. *Osnovaniya i fundamente, mekhanika gruntov – Bases and foundations, mechanics of soil*, 2014, no. 5, pp. 11–16.

4. Mangushev R. A., Ershov A. V., Ershov S. V. Eksperimental'naya otsenka izmeneniya sostoyaniya gruntovogo massiva pri izgotovlenii nabivnoy svai [Experimental assessment of the condition change in the soil massif at production of stuffed piles]. *Mezhvuz. tematich. sb. trudov «Nauchno-prakticheskie i teoreticheskie problemy geotekhniki»* [Inter-higher educational institution thematic collection of works "Scientific and practical and theoretical problems of geotechnics"]. Vol. 1. St. Petersburg, 2009, pp. 101–108.

5. Ershov A. V., Nutrikhin V. V. Otsenka nesushchey sposobnosti nabivnykh svay s ispol'zovaniem dannykh staticheskogo zondirovaniya [Assessment of the bearing ability of stuffed piles using the static sounding data]. *Inzhenernye izyskaniya – Engineering surveys*, 2011, no. 7, pp. 42–52.