

СТРОИТЕЛЬСТВО. ИНЖЕНЕРНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ И ОБСЛЕДОВАНИЕ ЗДАНИЙ

УДК 624.154.1

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ СВАЙНЫХ ФУНДАМЕНТОВ ПОД АВТОРЫНОК

А. Ю. Курдюк, Д. П. Дисяев

Астраханский инженерно-строительный институт

Рассматривается расчет несущей способности железобетонных призматических свай согласно СНиП 2.02.03-85 «Свайные фундаменты», а также приводится анализ результатов расчета по СНиП и результатов полевого статического зондирования.

Ключевые слова: инженерные изыскания, геотехника, свайный фундамент, расчет несущей способности свай, статическое зондирование.

The paper presents calculation of load bearing capacity of ferroconcrete prismatic piles according to Construction Norms and Regulations 2.02.03-85 "Pile foundations". The authors give the analysis of calculation results based on Construction Norms and Regulations and comment on the results of field static sounding.

Key words: engineering researches, geotechnics, pile foundation, calculation of load bearing capacity of a pile, static sounding.

В 2003 г. на объекте «двухэтажный крытый рынок автозапчастей по ул. Б. Алексева в Ленинском районе г. Астрахани» были проведены инженерно-геологические изыскания. Работы выполнялись с целью изучения геолого-литологического строения, гидрогеологических условий, физико-механических свойств грунтов, химического состава грунтовых вод и грунтов зоны аэрации, а также их коррозионных свойств на площадке строительства 2-этажного крытого рынка. Одним из видов полевых работ, выполненных на площадке строительства, являются полевые испытания грунтов методом статического зондирования [3].

Методы полевых испытаний грунтов зондированием применяются в комплексе с другими видами инженерно-геологических работ или отдельно для:

- выделения инженерно-геологических элементов (толщины слоев и линз, границ распространения грунтов различных видов и разновидностей);
- оценки пространственной изменчивости состава, состояния и свойств грунтов;
- определения глубины залегания кровли скальных, крупнообломочных и мерзлых грунтов;
- количественной оценки характеристик физико-механических свойств грунтов (плотности, модуля деформации, угла внутреннего трения и сцепления грунтов и др.);
- определения степени уплотнения и упрочнения грунтов во времени и пространстве;
- оценки возможности забивки свай и определения глубины их погружения;
- определения сопротивлений грунта под нижним концом и по боковой поверхности свай;

- выбора мест расположения опытных площадок и глубины проведения полевых испытаний, а также мест отбора образцов грунтов для лабораторных испытаний;

- контроля качества геотехнических работ [1].

Участок изысканий охарактеризован скважинами № 1–3, пробуренными до глубины 10,0 м, и тремя точками статического зондирования глубиной до 8,0–8,1 м, на основании которых построены схемы к определению несущей способности свай. Статическое зондирование грунтов выполнено по трем точкам под проектируемое здание установкой СП-59 [3].

В геологическом строении площадки до глубины пройденного бурения принимают участие хвалынские отложения верхнего отдела четвертичной системы (mlllhv), представленные суглинками и песками, перекрытыми с поверхностью насыпным суглинистым грунтом [3].

На основании генетических признаков грунтов, их номенклатурного вида, а также статистической обработки лабораторных анализов, в соответствии с ГОСТ 20522-72, на участке выделено пять инженерно-геологических элементов (ИГЭ):

ИГЭ-1. Насыпной слой – представлен суглинками с линзами песка, включениями битого кирпича до 10 % от общей массы. Физическое состояние насыпного слоя охарактеризовано следующими показателями при естественной влажности 14 %: показатель консистенции 0,57, плотность сложения 1,82 г/см³, коэффициент пористости 0,69, степень влажности 0,55, число пластичности 14,0 в среднем по элементу. Мощность слоя 0,3–1,0 м. Механические характеристики по ИГЭ не приводятся в виду наличия крупных включений.

ИГЭ-2. Суглинок коричневый, твердый, при $J_L = (-)0,29$, природная влажность 20,5 %, плотность сложения 1,90 г/см³, коэффициент пористости 0,71, степень влажности 0,78, число пластичности 15,5. В среднем по элементу потери при прокаливании составляют 3,9 %. По данным компрессионных испытаний коэффициент уплотнения при нагрузке 2,0 кг/см² составил 0,02.

ИГЭ-3. Суглинок тугопластичный, $J_L = 0,37$, природная влажность 25,5 %, плотность сложения 1,94 г/см³, коэффициент пористости 0,75, степень влажности 0,92, число пластичности 13. В среднем по элементу потери при прокаливании составляют 3,4 %. По данным компрессионных испытаний коэффициент уплотнения

при нагрузке 2,0 кг/см² составил 0,03. Мощность слоя 1,0–1,3 м.

ИГЭ-4. Суглинок мягкопластичный, $J_L = 0,66$, природная влажность 26,4 %, плотность сложения 1,97 г/см³, коэффициент пористости 0,73, степень влажности 0,97, число пластичности 11,8 в среднем по элементу. По данным компрессионных испытаний коэффициент уплотнения при нагрузке 2,0 кг/см² составил 0,02. Мощность слоя составляет 4,6–5,2 м.

ИГЭ-5. Песок желтый пылеватый, плотный, водонасыщенный. Естественная влажность 24 %, плотность сложения 2,06 г/см³, коэффициент пористости 0,59, степень влажности 1,00 по данным статического зондирования. Вскрытая мощность слоя от 2,4 до 2,5 м [3].

Схема расчетных нагрузок на отм. низа ростверков (т./м.)

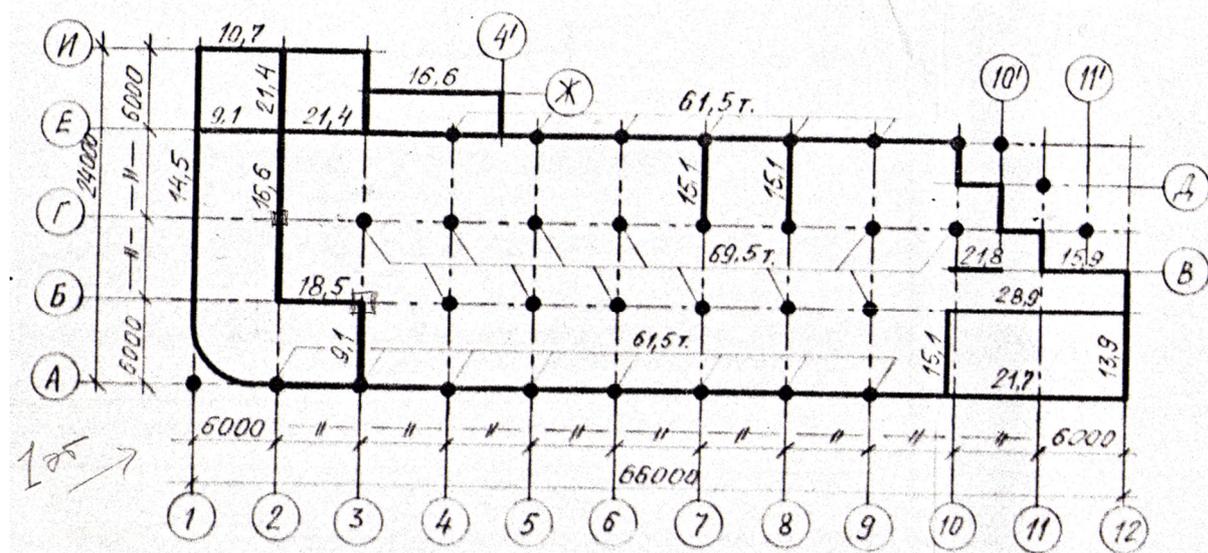


Рис. 1. Схема расчетных нагрузок на отм. низа ростверков. Рабочий проект

Согласно рабочему проекту строительства двухэтажного здания рынка автозапчастей по ул. Б. Алексева, 49А, на объекте применены сваи двух типов: СН 6-30 и СН 4-30 с нагрузкой 61,5 т по осям А и Е и 69,5 т по осям Б и Г (см. рис. 1).

В соответствии с данными, приведенными в [3], данные сваи необходимо рассматривать как висячие. Поверочный расчет выполняется

для двух видов свай – длиной 6 м и 4 м, сечением 300х300 мм, в соответствии с СНиП 2.02.03-85. «Свайные фундаменты» [5], руководством по проектированию свайных фундаментов [4], пособием по проектированию оснований зданий и сооружений (к СНиП 2.02.01-83) [2].

На рис. 2–4 представлены расчетные схемы к определению несущей способности свай.

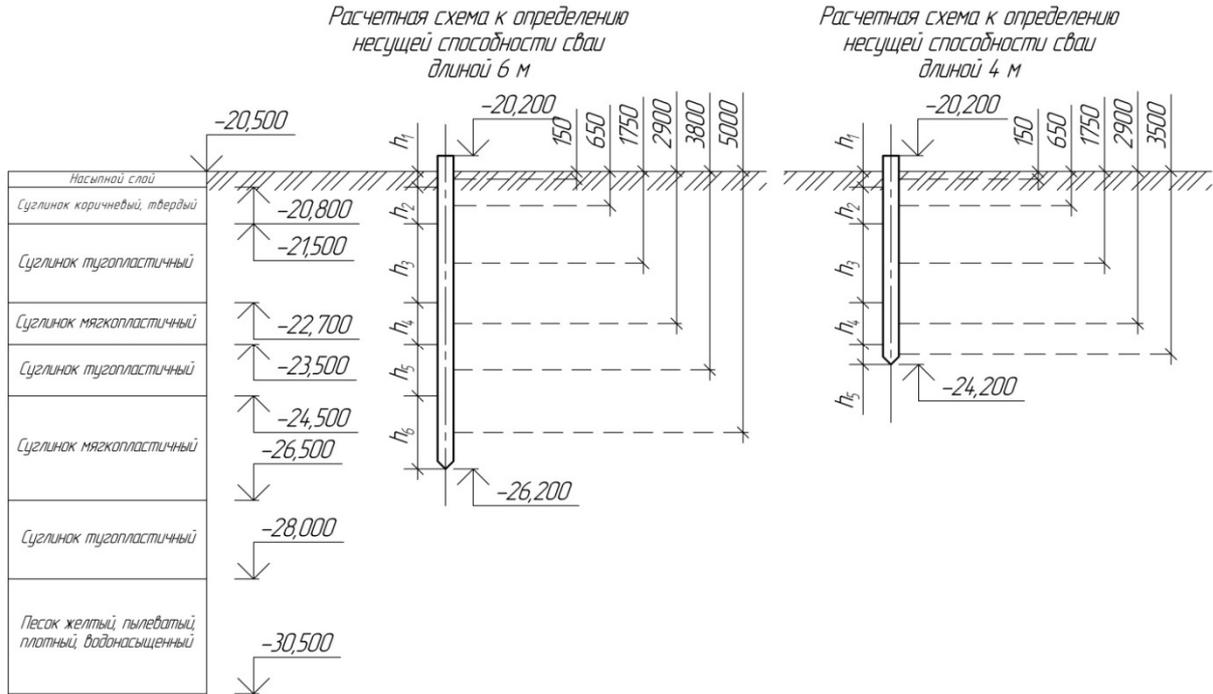


Рис. 2. Расчетная схема к определению несущей способности висячей сваи (скважина № 1)

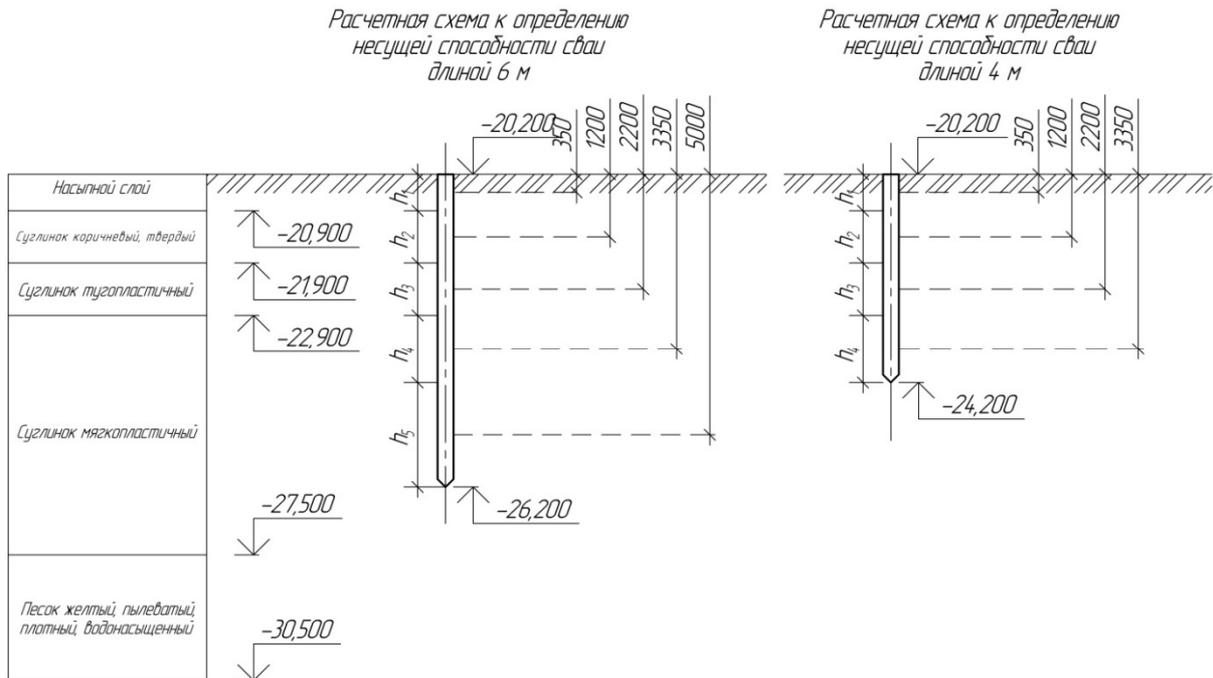


Рис. 3. Расчетная схема к определению несущей способности висячей сваи (скважина № 2)

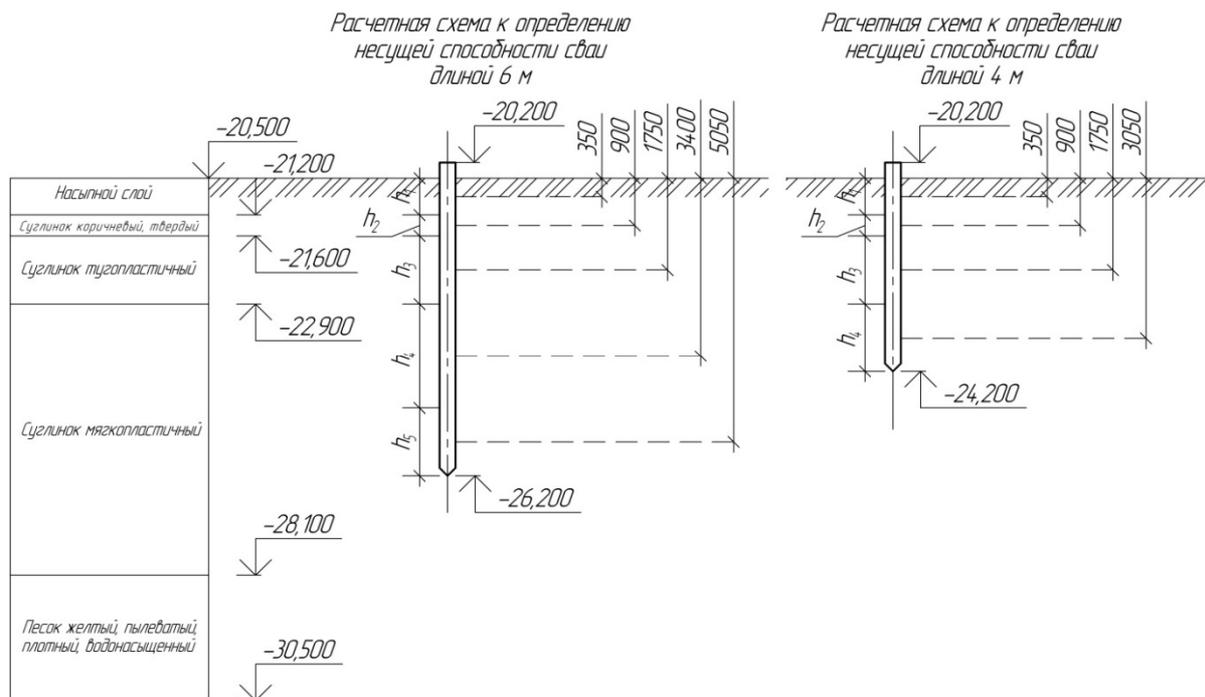


Рис. 4. Расчетная схема к определению несущей способности висячей сваи (скважина № 3)

Скважина № 1

Согласно выполненным инженерно-геологическим изысканиям, грунт под нижним концом сваи длиной 6 м – суглинок мягкопластичный, показатель текучести $I_L = 0,66$; сваи длиной 4 м – суглинок тугопластичный, показатель текучести $I_L = 0,37$.

Согласно п. 2.2 [5], данный грунт не является малосжимаемым. Сваи рассчитываются как висячие.

Согласно п. 4.2 [5], несущую способность висячей забивной сваи определяют по формуле:

$$F_d = \gamma_c \cdot (\gamma_{cR} \cdot R \cdot A + u \cdot \sum \gamma_{cf} \cdot f_i \cdot h_i), \quad (1)$$

где γ_c – коэффициент условий работы сваи в грунте, принимаемый равным 1; R – расчетное сопротивление грунта под нижним концом сваи, кПа, принимаемое по таблице 1 [5]; A – площадь опирания на грунт сваи, m^2 , принимаемая по площади поперечного сечения сваи брутто или по площади поперечного сечения камуфлетного уширения по его наибольшему диаметру, или по площади сваи-оболочки нетто; u – наружный периметр поперечного сечения ствола сваи, м; f_i – расчетное сопротивление i -го слоя грунта основания на боковой поверхности сваи, кПа, принимаемое по таблице 2 [5]; h_i – толщина i -го слоя грунта, соприкасающегося с боковой поверхностью сваи, м; γ_{cR} , γ_{cf} – коэффициенты условий работы грунта соответственно под нижним концом и на боковой поверхности сваи, учитывающие влияние способа погружения сваи на расчетные сопротивления грунта и принимаемые по таблице 3 [5].

Площадь опирания сваи на грунт составит:

$$A = 0,3 \cdot 0,3 = 0,09 \text{ м}^2$$

Наружный периметр сечения ствола сваи составит:

$$u = 0,3 + 0,3 + 0,3 + 0,3 = 1,2 \text{ м}$$

I. Определение несущей способности висячей сваи длиной 6 м

Определим несущую способность висячей сваи:

$$F_d = 1 \cdot (1 \cdot 817,5 \cdot 0,09 + 1,2 \cdot (1 \cdot 0,3 \cdot 9,2 + 1 \cdot 0,7 \cdot 35 + 1 \cdot 1,5 \cdot 22,125 + 1 \cdot 0,8 \cdot 10,26 + 1 \cdot 1 \cdot 29,84 + 1 \cdot 1,4 \cdot 12,8)) = 1 \cdot (73,575 + 1,2 \cdot (2,76 + 24,5 + 33,188 + 8,208 + 29,84 + 17,92)) = 213,275 \text{ кН} = 21,33 \text{ т}$$

Определим допустимую расчетную нагрузку на сваю:

$$F = \frac{F_d}{\gamma_k} = \frac{213,275}{1,4} = 152,34 \text{ кН} = 15,234 \text{ т}$$

где γ_k – коэффициент надежности по грунту, принимаемый, согласно п. 3.10 [5], равным 1,4 – если несущая способность сваи определена расчетом, в том числе по результатам динамических испытаний свай, выполненных без учета упругих деформаций грунта.

II. Определение несущей способности висячей сваи длиной 4 м

Определим несущую способность висячей сваи:



$$F_d = 1 \cdot (1 \cdot 1741 \cdot 0,09 + 1,2 \cdot (1 \cdot 0,3 \cdot 9,2 + 1 \cdot 0,7 \cdot 35 + 1 \cdot 1,5 \cdot 22,125 + 1 \cdot 0,8 \cdot 10,26 + 1 \cdot 0,4 \cdot 29,15)) = 1 \cdot (73,575 + 1,2 \cdot (2,76 + 24,5 + 33,188 + 8,208 + 11,66)) = 253,07 \text{ кН} = 25,307 \text{ т}$$

Определим допустимую расчетную нагрузку на сваю:

$$F = \frac{F_d}{\gamma_k} = \frac{253,07}{1,4} = 180,76 \text{ кН} = 18,076 \text{ т}$$

Определение несущей способности свай по скважинам № 2 и 3 производится аналогично. Итоговые значения несущей способности и допустимой расчетной нагрузки на сваи по всем скважинам приведены в таблице 1.

Таблица 1
Несущая способность и допустимая расчетная нагрузка на сваи

		Несущая способность, т	Допустимая расчетная нагрузка, т
Скважина №1	Свая СН 6-30	21,33	15,234
	Свая СН 4-30	25,307	18,076
Скважина №2	Свая СН 6-30	20,276	14,483
	Свая СН 4-30	16,08	11,485
Скважина №3	Свая СН 6-30	17,892	12,78
	Свая СН 4-30	13,5676	9,691

Результаты расчета несущей способности свай по данным статического зондирования, согласно [3], приведены в таблице 2.

Список литературы

1. ГОСТ 19912-2012. Грунты. Методы полевых испытаний статическим и динамическим зондированием.
2. Пояснительная записка по инженерно-геологическим изысканиям по объекту «2-этажный крытый рынок автозапчастей по ул. Б. Алексеева в Ленинском районе г. Астрахани». Астрахань : ГП «Каспрыбпроект», 2003.
3. Пособие по проектированию оснований зданий и сооружений (к СНиП 2.02.01-83) / НИИОСП им Н. М. Герсеванова Госстроя СССР. М., 1986.
4. Руководство по проектированию свайных фундаментов / НИИОСП им. Н. М. Герсеванова Госстроя СССР. М. : Стройиздат, 1980.
5. СНиП 2.02.03-85. Свайные фундаменты / Минстрой России. М. : ГП ЦПП, 1995. 48 с.
6. Шереметов И. М., Курдюк А. Ю. Геотехнический мониторинг основания зданий и сооружений Астраханского кремля // Геология, география и глобальная энергия. 2011. № 4 (43). С. 8–13.

© А. Ю. Курдюк, Д. П. Дисяев

УДК [69+699.841](083.74)

РАСЧЕТ СЕЙСМИЧЕСКИХ СПЕКТРОВ ОТВЕТА С ПОМОЩЬЮ РЕКУРРЕНТНЫХ ФОРМУЛ ИНТЕГРИРОВАНИЯ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО УРАВНЕНИЯ ДВИЖЕНИЯ

А. В. Синельщиков

Астраханский инженерно-строительный институт

В работе рассмотрен вопрос построения сейсмических спектров ответа для целей расчета сейсмостойкости зданий и сооружений. Предложены рекуррентные формулы для интегрирования уравнений движения осциллятора с заданной частотой, позволяющие ускорить процесс получения решения. Приведено сравнение результатов интегрирования уравнения

Таблица 2
Результаты расчета несущей способности свай по данным статического зондирования

Глубина, м	Несущая способность сваи, т		Расчетная нагрузка на одну сваю (κ = 1,25), т	
	песчаные	пылевато-глинистые	песчаные	пылевато-глинистые
1	19,0	14,8	-	11,8
2	34,9	23,3	-	18,7
3	42,0	27,4	-	21,9
4	50,1	32,6	-	26,1
5	63,0	40,2	-	32,2
6	72,2	46,8	-	37,4
7	79,4	50,1	-	40,1
8	133,8	102,8	107,1	-

Исходя из рассмотренных материалов, можно заключить:

- существующий в настоящее время свайный фундамент работает не на расчетную нагрузку, а на значительно меньшую, чем обозначенная в проекте, на листе 2 книги 2 – Архитектурно-строительные решения;
- несущая способность свай, определенная по трем скважинам для двух вариантов свай, не обеспечивает восприятия указанных в проекте расчетных нагрузок и не позволяет нести нагрузку от мансардного этажа в случае его устройства;
- несущая способность свай, определенная по данным статического зондирования, требует корректировки с учетом натурных испытаний свай;
- необходимо провести георадарное обследование основания с целью уточнения литологического строения [6].