

На первом этапе проанализируем список на наличие глаголов. Если их нет, как в этом примере – это определение.

На втором этапе проводим анализ существительных. Смотрим каждое существительное, вспоминаем определение (понятие и категория) из изучаемой дисциплины. Если слово не относится к числу понятий и категорий данной дисциплины, напротив него ставим «нет». Если для составления определения данного термина не хватает слов из базового списка – ставим «некомплект». В результате получаем следующее:

1. Бетоны – комплект
2. Влияние – нет

3. Изменение – нет
 4. Курс – нет
 5. Материалы – комплект
 6. Предмет
 8. Свойства – комплект
 9. Связь – комплект
 10. Состав – комплект
 12. Структура – комплект
 13. Факторы – комплект
- То есть это – определение предмета курса.
 Ответ:
 Предмет курса – свойства строительных материалов, их связь с составом и структурой и изменение под влиянием различных факторов.
 Лишнее слово – бетоны.

Список литературы

1. Иванов Г. И. Формулы творчества. М.: Просвещение, 1994. 208 с.
2. Система оценки уровня сформированности компетенций и результатов обучения. Саратов: Саратовский гос. ун-т им. Н. Г. Чернышевского, 2014.
3. Требования к тестам. URL: <http://do.gendocs.ru/docs/index-200925.html>
4. Шаяхмедов Р. И. Город без перекрестков // Изобретатель и рационализатор. 2014. № 7. С. 17–20.
5. Шаяхмедов Р. И. Игра в скорлупки, или Использование пневмоконструкций в качестве динамического элемента зданий // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. 2016. № 4. С. 27–31.
6. Шаяхмедов Р. И. От цепа до молотилки // Сельский механизатор. 2016. № 5. С. 21–22.
7. Шаяхмедов Р. И. Прием «наоборот», или Использование твердых бытовых отходов для производства строительных материалов методом доменного пиролиза // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. 2017. № 3. С. 25–30.
8. Шаяхмедов Р. И. Сказка о репке. Комбинаторный тренинг для будущих экспертов, патентоведов и изобретателей // Перспективы развития научно-технического сотрудничества стран – участниц Евразийского экономического союза: материалы X Международной научно-практической конференции. Астрахань, 2016. С. 203–212.
9. Шаяхмедов Р. И. Создаем командную игру // Инженер. 2012. № 3. С. 12–14.
10. Шаяхмедов Р. И. Улыбка Чеширского Кота, или Использование пневматических конструкций в качестве основного элемента ветроэнергетической установки // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. 2017. №1. С. 30–35.

© Р. И. Шаяхмедов

Ссылка для цитирования:

Шаяхмедов Р. И. «Знать – уметь – владеть» – «три сосны» при составлении тестов для фонда оценочных средств и как не заблудиться в них. Компас от инновационного консалтинга // Инженерно-строительный вестник Прикаспия: научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань: ГАОУ АО ВО «АГАСУ», 2017. № 4 (22). С. 16–19.

УДК 624.154.1

АНАЛИЗ РАЗЛИЧНЫХ МЕТОДИК ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ СВАЙНЫХ ФУНДАМЕНТОВ

А. Ю. Курдюк*, С. В. Устюгов, Д. П. Дисяев*****

*Астраханский государственный технический университет

**Астраханский государственный архитектурно-строительный университет

***Астраханский трест инженерно-строительных изысканий

Рассматривается расчет несущей способности железобетонной призматической сваи согласно требованиям и рекомендациям СП 24.13330.2011 «Свайные фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 2.02.03-85», а также приводится анализ результатов расчета по СП и результатов полевого статического зондирования и статического испытания сваи.

Ключевые слова: инженерные изыскания, инженерная геология, геотехника, свайный фундамент, расчет несущей способности сваи, статическое зондирование, статические испытания сваи.

THE ANALYSIS OF VARIOUS METHODS OF DETERMINATION OF THE BEARING ABILITY OF THE PILE BASES

A. Yu. Kurdyuk*, S. V. Ustyugov, D. P. Disyaev*****

*Astrakhan State Technical University

**Astrakhan State University of Architecture and Civil Engineering

***Astrakhan Trust of Engineering and Construction Surveys

Calculation of the bearing ability of a reinforced concrete prismatic pile according to requirements and the recommendations of the joint venture 24.13330.2011 "The pile bases is considered. The staticized editorial office Construction Norms and Regulations 2.02.03-85" and also is given the analysis of results of calculation for the joint venture and results of field static sounding and static test of a pile.

Keywords: *engineering researches, engineering geology, geotechnics, the pile base, calculation of the bearing ability of a pile, static sounding, static tests of a pile.*

Свайные фундаменты имеют широкое распространение в отечественной и зарубежной практике фундаментостроения. Они позволяют возводить здания и сооружения на слабых грунтах с недостаточной несущей способностью. Во многих случаях это единственный способ возведения сооружений в сложных инженерно-геологических условиях.

Основными преимуществами свайных фундаментов являются сокращение сроков строительства, высокая технологичность, снижение трудоемкости и уменьшение объемов земляных работ [1]. Однако наряду с вышеизложенными преимуществами постепенно выявляются и недостатки, в том числе при определении несущей способности свайного фундамента [2].

Основными способами определения несущей способности свайного фундамента, и отдельной сваи в частности, являются: расчет по СП [3], методы полевых испытаний статическим и динамическим зондированием по [4], методы полевых испытаний сваями [5], а также динамическими испытаниями свай, испытаниями грунтов эталонной свайей.

Расчетом по СП 24.13330-2011 [3] предусматривается определение несущей способности сваи при подготовке проектной документации, проведении поверочных расчетов по результатам выполненного на площадке строительства комплекса инженерных изысканий. Методы полевых испытаний [4] грунтов зондированием применяют в комплексе с другими видами инженерно-геологических работ. Результаты полевых испытаний статическим и динамическим зондированием, с учетом рекомендаций п. 7.3 [3], также позволяют получить частное значение предельного сопротивления забивной сваи в точке зондирования. Испытание грунтов забивной сваи статическими вдавливающими, выдергивающими и горизонтальными нагрузками производят с целью получения данных для обоснования выбора типа фундаментов, их параметров и способов устройства [5], в том числе для определения несущей способности сваи, а также для уточнения значения допустимой нагрузки на сваю, заложенного в проекте.

В рамках данной статьи поверочный расчет выполняется для сваи длиной 9 м, сечением 300х300 мм в соответствии с рекомендациями [3], руководством по проектированию свайных фундаментов [6], пособием по проектированию оснований зданий и сооружений [7] по результатам выполненных в 2017 г. инженерно-геологических изысканий.

Участок изысканий охарактеризован скважинами № 1, 2, 525 (архивные данные), пробуренными до глубины 18 м, и одной точкой статического зондирования на отм. -19,56 м глубиной 14,5 м, на основании которых построены схемы к определению несущей способности сваи.

В геологическом строении участка изысканий принимают участие верхнечетвертичные хвалынские (mIIIh_v) отложения, представленные супесью, суглинками и глинами. С поверхности грунты перекрыты маломощным техногенным слоем. Ниже, до глубины 18,0 м, сверху вниз залегают следующие литологические комплексы отложений.

Современные техногенные отложения (tIV) представлены супесью коричневой, твердой, с включениями строительного мусора до 25 %. Залегают с поверхности, мощностью 0,4 м, что соответствует абсолютным отметкам подошвы слоя от минус 15,80 до минус 15,92 м.

Супесь коричневая, просадочная, с частыми прослоями суглинка, вскрыта скважиной № 1 мощностью 6,1 м на абсолютной отметке подошвы слоя минус 22,04 м.

Суглинок коричневый, просадочный, с прослоями супеси. Залегает с поверхности в скважинах № 2 и 525 (арх.). Мощность слоя изменяется от 4,1 до 6,6 м, абсолютная отметка подошвы слоя – от минус 20,02 до минус 22,40 м.

Суглинки от коричневого до желто-серого, от твердой до мягкопластичной консистенции, залегают повсеместно по всему участку. Мощность суглинков изменяется от 4,5 до 6,4 м, что соответствует абсолютным отметкам подошвы слоя от минус 26,52 до минус 27,40 м.

Глина коричневатая-серая, полутвердой консистенции, вскрыта всеми скважинами. Залегает под суглинками мягкопластичными, вскрытая мощность глин составляет 6,0–7,0 м.

ИГЭ-1 – супесь твердая, просадочная, песчаная, с примесью органического вещества $I_g = 0,05$.

Природная влажность 7,0–16,0 %. Плотность 1,61–1,87 г/см³. Коэффициент пористости 0,710 д. ед. Влажность на границе текучести 19,0–24,0 %. Влажность на границе раскатывания 15,0–18,0 %. Показатель текучести -1,33.

ИГЭ-2 – суглинок твердый, просадочный, тяжелый песчаный, слабозасоленный, с примесью органического вещества $I_g = 0,04$.

Природная влажность 9,0–13,0 %. Плотность 1,65–1,83 г/см³. Коэффициент пористости 0,78 д. ед. Влажность на границе текучести 25,0–

30,0 %. Влажность на границе раскатывания 14,0–17,0 %. Показатель текучести 0,34.

ИГЭ-3 – суглинок твердый легкий песчанистый, незасоленный, с примесью органического вещества $I_r = 0,03$.

Природная влажность 10,0–15,0 %. Плотность 1,80–2,06 г/см³. Коэффициент пористости 0,6 д. ед. Влажность на границе текучести 25,0–33,0 %. Влажность на границе раскатывания 16,0–20,0 %. Показатель текучести -0,46.

ИГЭ-4 – суглинок тяжелый песчанистый, мягкопластичный, с примесью органического вещества $I_r = 0,03$.

Природная влажность 22,0–26,0 %. Плотность 1,93–2,02 г/см³. Коэффициент пористости 0,69 д. ед. Влажность на границе текучести

29,9 %. Влажность на границе раскатывания 16,0 %. Показатель текучести 0,55.

ИГЭ-5 – глина полутвердая, легкая пылеватая, с примесью органического вещества $I_r = 0,04$.

Природная влажность 24,0–27,0 %. Плотность 1,98–2,03 г/см³. Коэффициент пористости 0,71 д. ед. Влажность на границе текучести 44,3 %. Влажность на границе раскатывания 23,1 %. Показатель текучести 0,12.

Участки распространения просадочных грунтов относятся к I типу грунтовых условий по просадочности, где просадка от собственного веса не превышает 5 см.

На рис. 1 представлен инженерно-геологический разрез по скважинам 2, 525 (арх.).

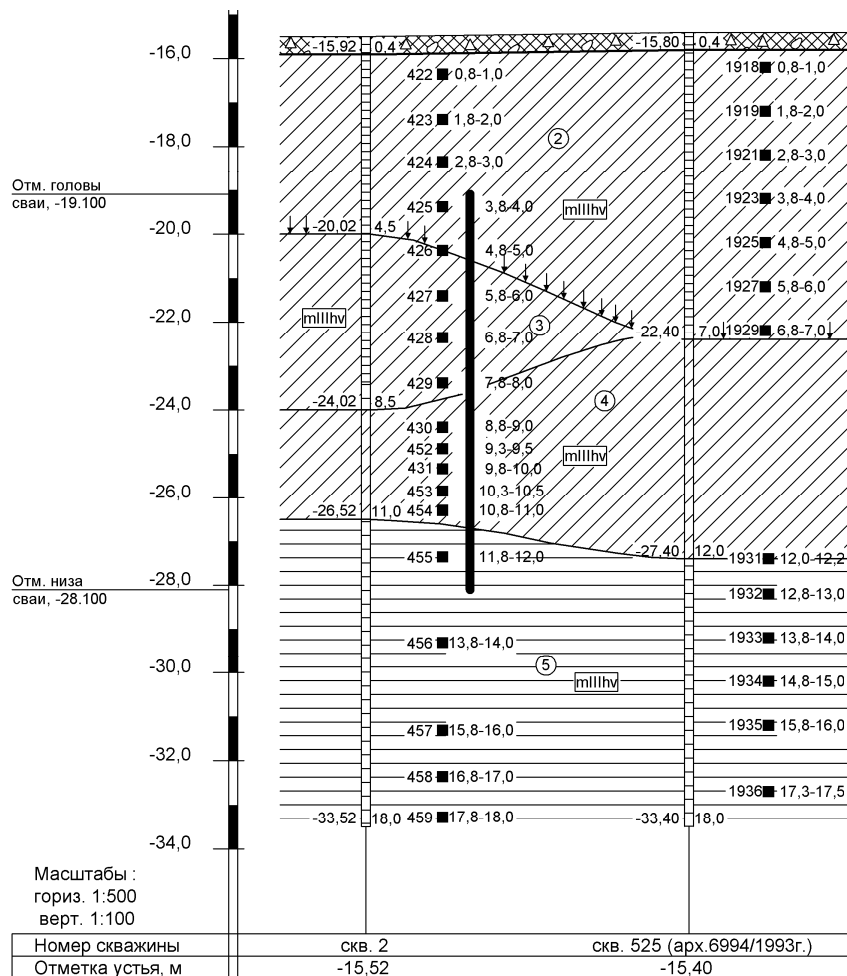


Рис. 1. Инженерно-геологический разрез

Также проводились испытания забивной сваи статическими нагрузками. Нагрузка на испытываемую натурную сваю передавалась установкой с гидравлическим домкратом 14ДГ 200. Нагружение испытываемой сваи проводилось равномерно. Первые три ступени приняты по 1/5 наибольшей нагрузки при вдавливании, так как под нижним концом сваи залегают полутвердые глины, остальные по 1/10 до заданной в программе наибольшей нагрузки. Наибольшая

нагрузка доведена до полуторного значения расчетной проектной нагрузки на сваю в соответствии с п. 8.2.4 [5]. Перемещение сваи измерялось прогибомерами типа 6-ПАО с ценой деления 0,01 мм. Давление в гидросистеме измерялось манометром с ценой деления 0,5 МПа.

За условную стабилизацию принималась величина осадки испытываемой сваи, не превышающая 0,1 мм за последний час наблюдений при вдавливании.

При испытаниях грунтов статической вдавливающей нагрузкой общая осадка сваи № 1 достигла величины 50,605 мм на четвертой ступени. Величина осадки сваи продолжала возрастать без увеличения нагрузки на данной ступени испытания.

Результаты испытания приведены в таблице 1.

Таблица 1

Результаты испытания сваи статической нагрузкой

№ испытуемой сваи	Общая осадка сваи, S (мм)	Нагрузка, P (т), при которой достигнута осадка сваи	Расчетная нагрузка
1	50,605	73,5	P = 70 т

На рис. 2 представлена расчетная схема к определению несущей способности сваи согласно рекомендациям [3].

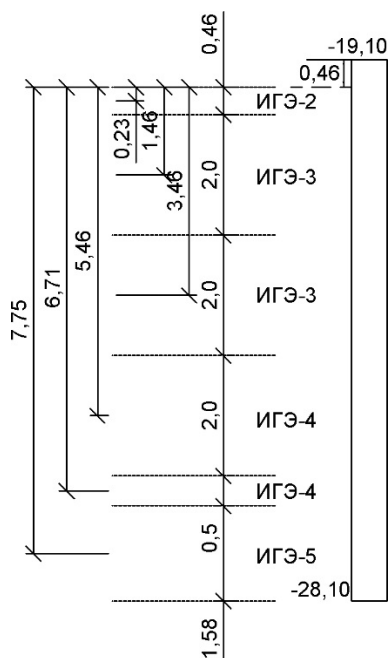


Рис. 2. Расчетная схема к определению несущей способности сваи

Согласно материалам выполненных инженерно-геологических изысканий, грунт под нижним концом – глина полутвердая, показатель текучести $I_L = 0,12$.

Согласно п. 6.2 [3], данный грунт не является малосжимаемым. Сваи рассчитываются как висячие.

Согласно п. 7.2.2 [3], 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 7.2 [3]; 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 7.3 [3]; 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 7.4 [3].

Принимаем, по таблице 7.4 [3], $\gamma_{cR} = 1, \gamma_{cf} = 1$ (для всех слоев).

Площадь опирания сваи на грунт составит:

$$A = 0,3 \cdot 0,3 = 0,09 m^2$$

Наружный периметр сечения ствола сваи составит:

$$u = 0,3 + 0,3 + 0,3 + 0,3 = 1,2 m$$

Определим расчетное сопротивление под нижним концом забивной сваи, погружаемой без выемки, согласно таблице 7.2 [3], интерполируя для глубины 8,54 м: $R = 6314,4$ кПа.

Определим расчетные сопротивления на боковой поверхности забивной сваи согласно таблице 7.3 [3]:

1-й слой – ИГЭ-2, суглинок твердый, просадочный, показатель текучести $I_L = 0,34$, толщина слоя 0,46 м, средняя глубина расположения слоя 0,23 м:

$$f_1 = 19,8 kPa$$

2-й слой – ИГЭ-3, суглинок твердый, показатель текучести $I_L = -0,46$, толщина слоя 2,0 м, средняя глубина расположения слоя 1,46 м:

$$f_2 = 38,22 kPa$$

3-й слой – ИГЭ-3, суглинок твердый, показатель текучести $I_L = -0,46$, толщина слоя 2,0 м, средняя глубина расположения слоя 3,46 м:

$$f_3 = 50,3 kPa$$

4-й слой – ИГЭ-4, суглинок мягкопластичный, показатель текучести $I_L = 0,55$, толщина слоя 2,0 м, средняя глубина расположения слоя 5,46 м:

$$f_4 = 20,96 kPa$$

5-й слой – ИГЭ-4, суглинок мягкопластичный, показатель текучести $I_L = 0,55$, толщина слоя 0,5 м, средняя глубина расположения слоя 6,71 м:

$$f_5 = 21,905 kPa$$

6-й слой – ИГЭ-5, глина полутвердая, показатель текучести $I_L = 0,12$, толщина слоя 1,58 м, средняя глубина расположения слоя 7,75 м:

$$f_6 = 61,5 kPa$$

Определим несущую способность висячей сваи:

$$F_d = 1 \cdot (1 \cdot 6314,4 \cdot 0,09 + 1,2 \cdot (1 \cdot 0,46 \cdot 19,8 + 1 \cdot 2 \cdot 38,22 + 1 \cdot 2 \cdot 50,3 + 1 \cdot 2 \cdot 20,96 + 1 \cdot 0,5 \cdot 21,905 + 1 \cdot 1,58 \cdot 61,5)) = 1 \cdot (568,296 + 1,2 \cdot (9,108 + 76,44 + 100,6 + 41,92 + 10,953 + 97,17)) = 971,73 \text{ кН} = 97,173 \text{ т}$$

Определим допустимую расчетную нагрузку на сваю:

$$F = \frac{F_d}{\gamma_k} = \frac{97,173}{1,4} = 69,41 \text{ т}$$

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

Результаты расчета несущей способности свай по данным статического зондирования, согласно материалам выполненных изысканий, приведены в таблице 2.

Таблица 2

Результаты расчета несущей способности свай по данным статического зондирования

Глубина, м	Несущая способность сваи, т		Расчетная нагрузка на одну сваю (к = 1,25), т	
	песчаные	пылевато-глинистые	песчаные	пылевато-глинистые
1	–	218,50	–	174,80
2	–	263,90	–	211,12
3	–	288,49	–	230,79
4	–	287,08	–	229,67
5	–	254,01	–	203,21
6	–	254,36	–	203,49
7	–	297,58	–	238,07
8	–	392,65	–	314,12
9	–	484,94	–	387,95
10	–	528,42	–	422,74
11	–	587,70	–	470,16
12	–	620,80	–	496,64
13	–	600,01	–	480,01
14	–	677,59	–	542,07

Несущая способность сваи на отметке низа сваи, составляющей -28,10 м, согласно таблице 2, составит 44,25 т. Допустимая нагрузка (расчетная нагрузка на одну сваю, к = 1,25) составит 35,4 т.

Исходя из рассмотренных материалов, можно заключить:

- Допустимая нагрузка на сваю согласно проекту – 70 т, допустимая нагрузка по расчету согласно [3] – 69,41 т, допустимая нагрузка на сваю согласно результатам статического зондирования – 35,4 т. Нагрузка, при которой достигнута осадка сваи при проведении статического испытания вдавливающей нагрузкой, – 73,5 т.

- Допустимая нагрузка на сваю, определенная по расчету, и нагрузка по результатам испытания сваи отличаются на 5,6 %.

- Несущая способность свай, определенная по данным статического зондирования, занижена в два раза по сравнению со значениями, полученными по расчету по СП и натурным испытаниям, что характеризует данный метод определения несущей способности как не удовлетворяющий данным грунтовым условиям.

- Методика и зависимости, лежащие в основе определения несущей способности сваи по результатам статического зондирования, требуют корректировки и корреляции с натурными испытаниями свай для различных типов грунтовых условий.

- Отметим необходимость проведения георадарного обследования основания с целью уточнения литологического строения и определения точных границ залегания просадочных грунтов [8].

Список литературы

1. Мангушев Р. А., Ершов А. В., Осокин А. И. Современные свайные технологии : учеб. пособие. 2-е изд., перераб. и доп. М. : АСВ, 2010. 240 с.
2. Курдюк А. Ю., Дисяев Д. П. Определение несущей способности свайных фундаментов под авторынок // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. 2014. № 4 (10). С. 11–15.
3. СП 24.13330.2011. Свайные фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 2.02.03-85.
4. ГОСТ 19912-2012. Грунты. Методы полевых испытаний статическим и динамическим зондированием.
5. ГОСТ 5686-2012. Грунты. Методы полевых испытаний сваями.
6. Руководство по проектированию свайных фундаментов / НИИОСП им. Н. М. Герсеванова Госстроя СССР. М. : Стройиздат, 1980.
7. Пособие по проектированию оснований зданий и сооружений (к СНиП 2.02.01-83) / НИИОСП им. Герсеванова. М., 1986.
8. 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, С. В. Устюгов, Д. П. Дисяев

Ссылка для цитирования:

Курдюк А. Ю., Устюгов С. В., Дисяев Д. П. Анализ различных методик по определению несущей способности свайных фундаментов // Инженерно-строительный вестник Прикаспия : научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань : ГАОУ АО ВО «АГАСУ», 2017. № 4 (22). С. 19–23.