

ДЕФОРМАТИВНОСТЬ БУРОНАБИВНЫХ СВАЙ В ПОНТИЧЕСКИХ ИЗВЕСТНЯКАХ

Тугаенко Ю.Ф., Ткалич А.П., Шеховцов И.В. (Одесская государственная академия строительства и архитектуры), Паламарчук А.А. (ООО «Элит-Строй»)

Изложены результаты исследований процесса деформирования ствола свай и сопротивления грунта трению по боковой поверхности, полученные в результате проведения испытаний по методике циклически возрастающей нагрузки.

На участке строительства комплекса объектов высотой 22...25 этажей с двумя подземными этажами для размещения паркингов по ул. Генуэзской, 1 в г. Одессе заложение подошвы фундаментов принято на отметке кровли понтических известняков, залегающих на глубине 8...9 м от уровня дневной поверхности. Под «пятном» одного из зданий встречены выработки, оставшиеся после добычи камня-ракушечника для застройки жилых кварталов города в прошлые годы. Они были заполнены песком, путем подачи пульпы через обсадные трубы. Ослабление основания наличием закрепленных выработок привело к необходимости устройства свайных фундаментов.

Решено было применить буронабивные сваи с диаметром ствола 800 мм с уширенной пятой – 1600 мм. Испытывались две сваи. Сваи изготовлены из литого бетона класса В30. Армирование выполнено из 8-ми стержней $\varnothing 12$ А400С. Для ускорения твердения применен электропрогрев. Испытание сваи № 1 проведено через 26 дней после изготовления, сваи № 2 – через 20 дней. Подошва свай заглублена в меотические глины: одна на глубину 18 м, другая – на 24 м ниже отметки дна котлована. Схема их расположения в поперечном сечении основания приведена на рис. 1.а.

Геологическое строение ниже подошвы фундаментов представлено следующими инженерно-геологическими элементами (ИГЭ): 7) известняк желтовато-охристый, перекристаллизованный. Состоит из мелких продуктов выветривания и глины – 7...8 м; 7.б) известняк перекристаллизованный, плитчатый, крупнообломочный – 0.4...0.8 м; 8) известняк-ракушечник, пильный – 5.4...5.8 м; 9) известняк слоистый, белый,

водонасыщенный – 1.2...1.4 м; 10) глина зеленовато-серая, твердая, с линзами песка (см. рис. 1.а).

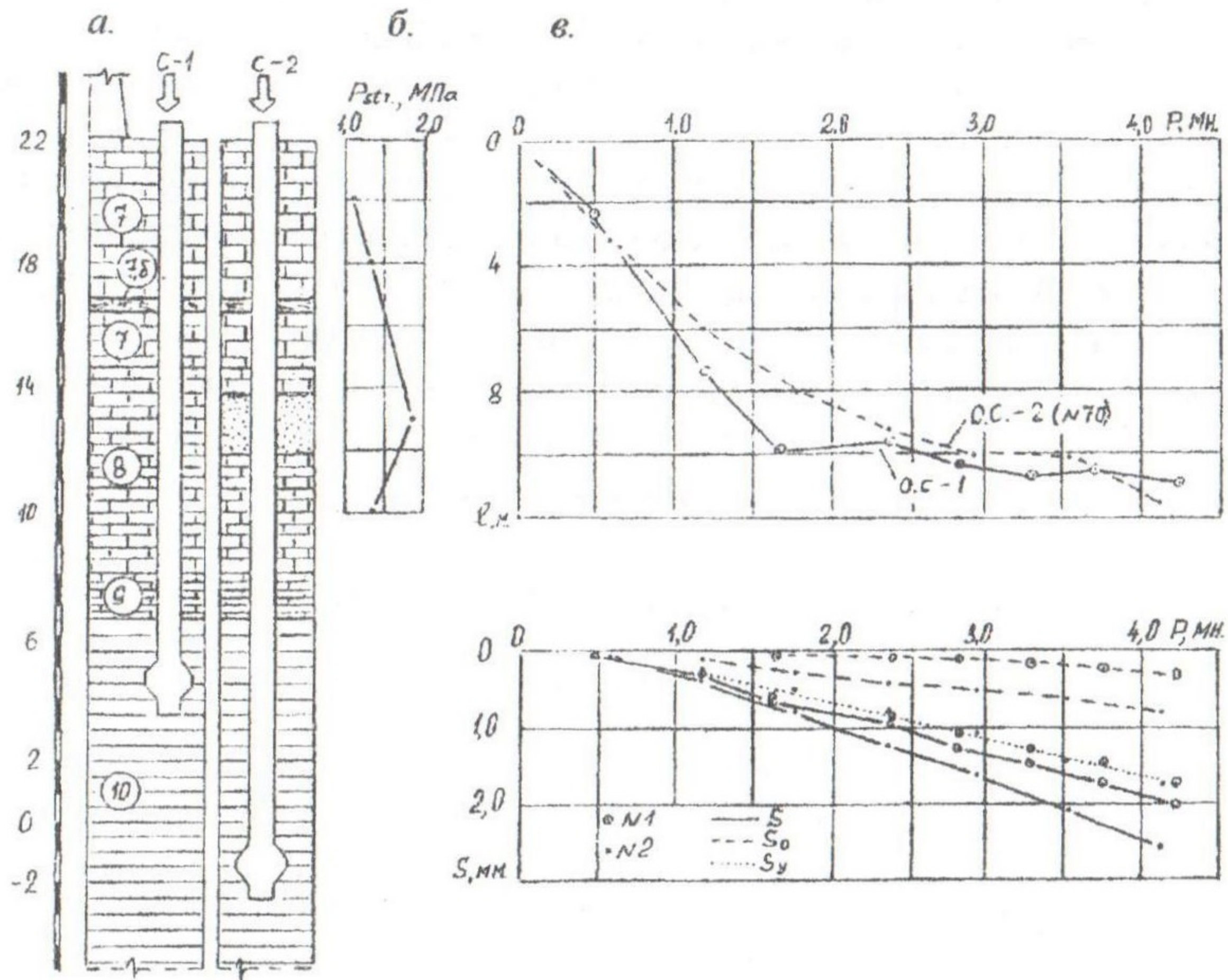


Рис. 1. – Результаты испытаний свай:

а) фрагмент геологического разреза с продольным сечением опытных свай (о.с.); б) график изменения структурной прочности известняка по глубине [5]; в) увеличение длины сжатого участка с ростом нагрузки; г) зависимости осадки свай, их упругой и остаточной составляющих от нагрузки.

Состав, состояние и свойства толщи известняков изменяются по глубине и изучены еще недостаточно. Единичные исследования свидетельствуют о высоких показателях их прочности и сжимаемости [4,5]. Практически не изучены показатели трению этих пород по боковой поверхности свай. При испытаниях грунтов сваями с целью определения их несущей способности при ступенчато-возрастающей нагрузке осадки измеряются на отметке головы свай. Эти измерения не позволяют определять условия деформирования ствола свай, сопротивление грунта по ее боковой поверхности. Специально выполненные исследования свидетельствуют о последовательном нарастании деформаций по

глубине сваи в процессе увеличения нагрузки [1,2,3]. Каждому значению нагрузки соответствует длина участка упругого сжатия ее ствола, в пределах которого приложенное усилие уравнивается силами трения по боковой поверхности. От части общей нагрузки, превышающей предельные значения сил трения вдоль всей длины ствола, развиваются деформации уплотнения ниже подошвы сваи.

Для получения упругой и остаточной составляющих деформации сваи и ее основания в стандартную методику испытаний были внесены дополнения. После стабилизации осадки от каждой ступени нагрузки производится разгрузка сваи с фиксацией остаточных деформаций. Очередная нагрузка состоит из суммы предыдущей и последующей ступени. Остаточные деформации в тяжелых бетонах класса В20...В30 при напряжениях 20...40 % от предельных могут составлять 7...10 % от полных значений. Величина полной деформации определяется зависимостью $\varepsilon \cdot l$, где ε – относительная деформация равная $(2.2 \dots 3.1) \cdot 10^{-4}$, а l – длина сжимаемого элемента.

В исследованиях, проведенных в Волгодонске [2], при испытаниях буронабивных свай диаметром 600 мм длиной 11 и 22 м, изготовленных из тяжелого литого бетона класса В15, средние значения относительной деформации колебались в пределах $(2.2 \dots 3.55) \cdot 10^{-4}$, а остаточная часть общей деформации ствола составила 20...44 % от измеренного значения его сжатия. На рис. 1.г приведены графики зависимости осадки опытных свай, их упругой и остаточной составляющих, от нагрузки. Зависимости упругой составляющей осадки от нагрузки в двух испытаниях совпадают. Необратимые части деформаций отличаются. Их значения составили 16...31.7 % от измеренной величины осадки. На участке длины сваи, в пределах которого происходит упругое сжатие ствола, приложенная нагрузка уравнивается силами трения по боковой поверхности. Его длина для каждой ступени нагрузки определена по зависимости:

$$l_i = s_{y,i} E / \sigma_{cp,i} \quad (1)$$

где $\sigma_{cp,i} = 0.5 P_i / A$ – среднее значение напряжения в поперечном сечении сваи на участке ее упругого сжатия. Здесь P_i – величина нагрузки на каждой ступени; A – площадь поперечного сечения сваи.

$s_{y,i}$ – значение упругой составляющей осадки при i -той ступени;

E – модуль упругости бетона сваи. Его значение колеблется в пределах $(2...3) \cdot 10^4$ МПа и зависит от многих факторов: класса бетона, его возраста, исходного состава бетонной смеси и др.

Принимая значение модуля упругости равное $2.7 \cdot 10^4$ МПа [2], определенное для буронабивных свай, изготовленных из литого бетона, в возрасте 2 месяца, получены зависимости изменения длины участка упругого сжатия от нагрузки (см.рис. 1.в). Длина участка упругого сжатия ствола при прочих равных условиях зависит от прочности пород, определяющих величину сил трения по боковой поверхности. На рис.1.б приведен график структурной прочности известняков, полученный по результатам специальных исследований [5]. Из графиков «б» и «в» видно, что снижение приращения длины участка упругого сжатия ствола наблюдается в пределах глубин с повышенной прочностью пород. В проведенных исследованиях наблюдалось упругое сжатие части длины ствола сваи на глубину до 12 м.

Выводы:

1. В проведенных исследованиях методика приложения циклически возрастающей нагрузки позволяет получить дополнительные параметры деформирования сваи – общую осадку, определяющую сжатие сваи, ее остаточную и упругую составляющие.

2. По значениям упругой составляющей осадки определено изменение длины деформируемого участка ствола сваи при повышении нагрузки.

Литература

1. Трофименков Ю.Г., Бахолдин Б.В., Швец В.Б., Мариупольский Л.Г., Работников А.И., Алексеев А.И., Лобов О.И. Совершенствование методов определения несущей способности свай // Труды к VIII международному конгрессу по механике грунтов и фундаментостроению. – М.: Стройиздат. – 1973. – с.150-161.
2. Григорян А.А., Хабибулин И.И. Несущая способность буронабивных свай на площадках строительства Волгодонского завода тяжелого машиностроения // Основания, фундаменты и механика грунтов. – 1977. - № 2. – с.13-16.
3. Григорян А.А. Свайные фундаменты зданий и сооружений на просадочных грунтах. – М.: Стройиздат, 1984. – 162 с.
4. Колесников Л.И., Тугаенко Ю.Ф., Кодрянова Р.М., Каршук В.М., Ильичев В.А., Коновалов П.А. Экспериментальное исследование несущей способности буроинъекционных свай в основании здания Одесского театра оперы и балета // ОФ и МГ. – 2000. - № 5. – с.23-29.
5. Тугаенко Ю.Ф., Ткалич А.П., Паламарчук А.А., Гевондян А.Р. Прочность и сжимаемость понтических известняков // Вісник Одеської державної академії та архітектури. – Вип. № 16. – Одеса, ОДАБА. – 2004. – с.206-211.