

## МЕТОДИКА И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ СОПРОТИВЛЕНИЯ ГРУНТОВ НАГРУЗКЕ, ПРИЛОЖЕННОЙ К БУРОНАБИВНОЙ СВАЕ

Тугаенко Ю.Ф., Ткалич А.П. (Одесская государственная академия строительства и архитектуры, г.Одесса), Гевондян А.Р. (ООО «Відбудова», г.Одесса)

Приведена методика приложения нагрузки к свае, позволяющая определить трение по боковой поверхности и сопротивление уплотнению по подошве. Получены опытные данные изменения сопротивления грунтов во времени, при испытаниях буронабивной сваи в условиях локального замачивания.

В исследованиях, проведенных в натуральных условиях с измерениями напряжений в поперечных сечениях и перемещений отдельных участков сваи по длине, установлена последовательность деформирования ее ствола. Вначале происходит упругое сжатие стержня сваи. Часть нагрузки, превышающей предельные значения сил трения передается на основание ее подошвой [1;2;3].

Возрастающая нагрузка на сваю уравнивается силами трения по боковой поверхности ствола, а после их превышения – силами трения и сопротивлением сжатию по подошве. С ее ростом увеличивается длина участка сваи, в пределах которого происходит ее сжатие. До преодоления сил трения по боковой поверхности в стержне сваи наблюдаются упругие деформации, исчезающие после ее разгрузки. Нарастание необратимых деформаций происходит в пределах зоны деформации ниже ее подошвы от давлений равных разности между приложенной нагрузкой и предельным значением сил трения деленной на площадь поперечного сечения.

Эти предпосылки положены в основу новой методики исследований, позволяющей определять части нагрузки воспринимаемой грунтами основания вдоль боковой поверхности сваи и ниже ее подошвы. С этой целью, в процессе испытаний вертикальной вдавливающей нагрузкой производятся измерения осадки головы сваи, и ее упругой составляющей для каждой ступени загрузки. На первых ступенях на-

блюдаются только упругие деформации. Появление необратимой составляющей осадки свидетельствует о начале деформирования грунта ниже подошвы сваи. На совмещенном графике полных осадок и их упругих составляющих (рис. 1) можно определить величину нагрузки, приходящейся на преодоление трения по боковой поверхности (в точке расхождения графиков).

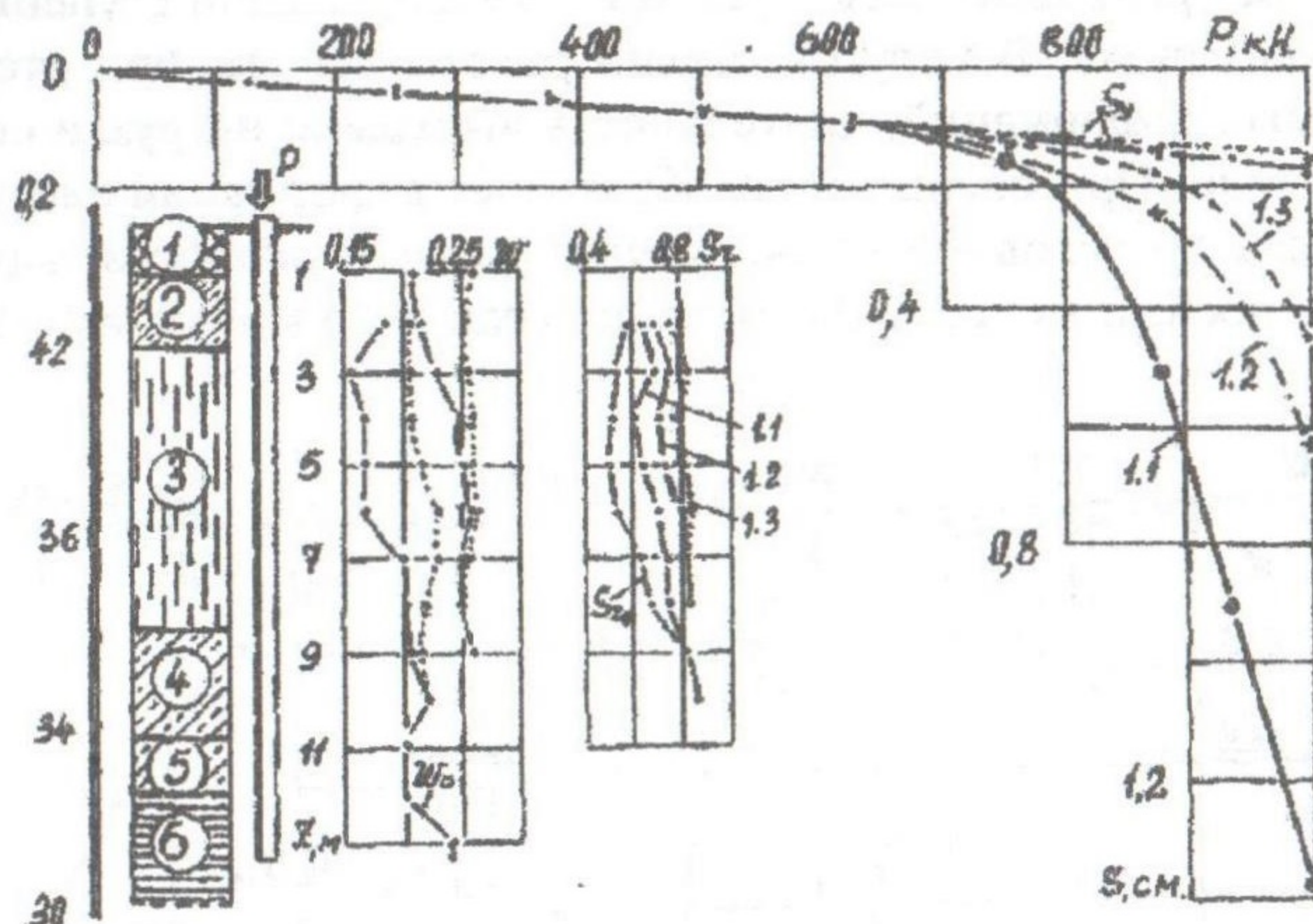


Рис. 1. Геологическое строение участка: 1.- Насыпной слой. 2;4. - Суглинок лессовидный. 3.- Супесь лессовидная (лесс). 5.- Суглинок лессовидный, низкопористый. 6. - Красно-бурая глина. Графики влажности и степени влажности в природном состоянии и в день проведения испытания сваи.

График зависимости осадки ( $S$ ) и ее упругой составляющей ( $S_y$ )

Применение этой методики требует повышенной точности измерений (0,01 мм), жесткости анкерных консолей сваи и реперных систем, тщательной вытяжки петлевого сопряжения струны с анкерной консолью.

По приведенной методике выполнены исследования буронабивной сваи диаметром 450 мм, длиной 13,5 м. Проведено три испытания одной сваи с интервалом между ними около одного месяца. Буронабивная свая изготовлена в лессовой толще. Ее подошва заглублена в красно-бурую глину. Забой скважины уплотнен втрамбовыванием щебня.

Геологическое строение участка приведено на рис. 1. Исследования выполнены в условиях локального замачивания.

Первое испытание проведено через 82 дня после изготовления сваи. Локальное замачивание продолжалось около месяца, но не было систематическим. Значения влажности и степени влажности показаны на рис.1. Перед вторым испытанием непрерывное замачивание продолжалось 12 суток, а перед третьим – 10.

Нагрузка прикладывалась ступенями. После каждой ступени производилась разгрузка. В упругой стадии работы ствола, при отсутствии необратимых деформаций, длительность выдержки нагрузки составляла 10...15 мин. При появлении необратимых деформаций нагрузка выдерживалась до условной стабилизации, равной скорости нарастания осадки, не превышающей 0,03 мм за последние 15 минут наблюдений.

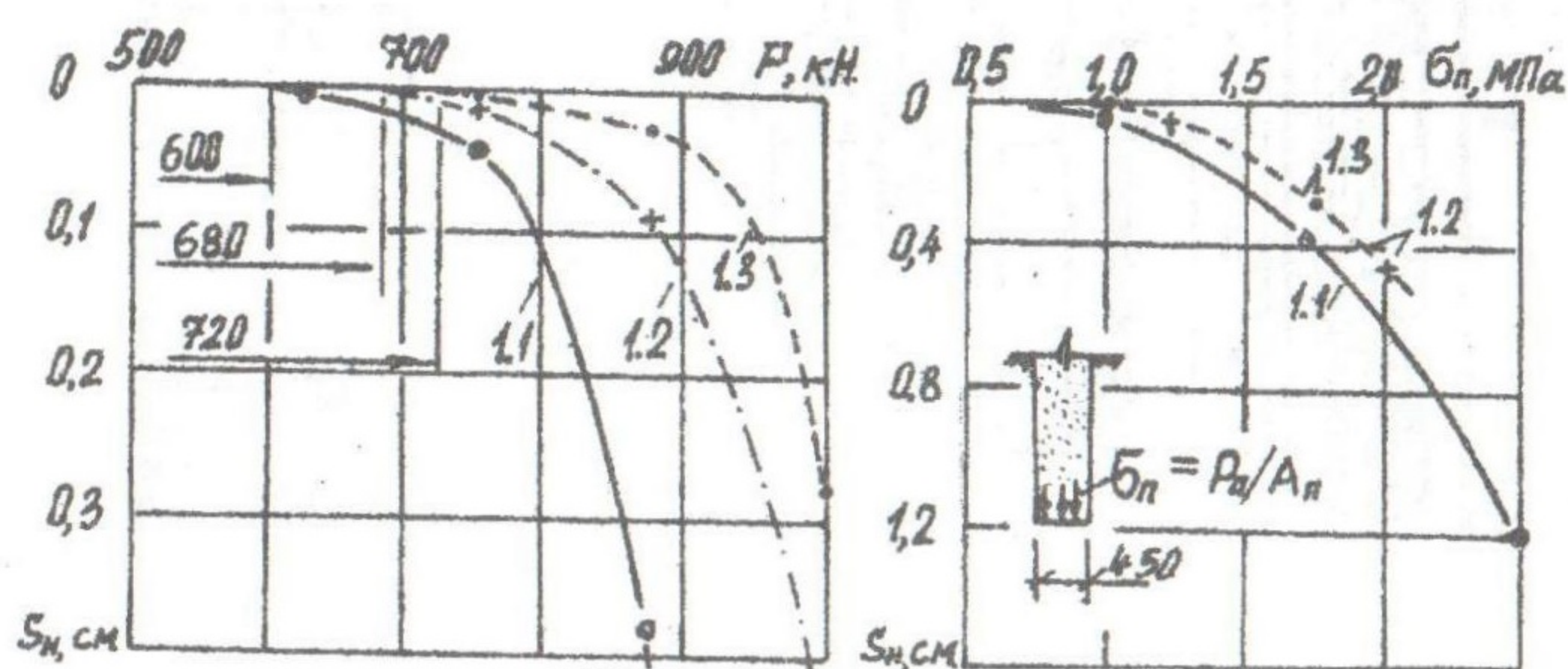


Рис.2. а) График зависимости необратимой части осадки от нагрузки на сваю. б) Зависимость необратимой части осадки от напряжения грунта под подошвой сваи

На рис.1 приведены графики зависимости осадки сваи, и ее упругой составляющей от нагрузки. Упругая составляющая изменяется по прямолинейной зависимости и имеет две ветви. Одна ветвь соответствует упругому сжатию стержня сваи, а вторая сумме упругих деформаций стержня и грунта ниже подошвы. В каждом последующем испытании наблюдалось повышение предельного значения сил трения по боковой поверхности.

Нагрузка, превышающая силы трения, передается на подошву сваи. В основании развиваются необратимые деформации уплотнения. На рис.2,а приведены графики необратимых деформаций в основании, ниже подошвы сваи от общей нагрузки на сваю. При равной нагрузке,

повышение предельного значения сил трения по боковой поверхности, в последующих испытаниях снижает ее долю на подошву сваи. На рис. 2,б приведены графики зависимости необратимой части осадки от напряжений в грунте на контакте с подошвой сваи. При равных напряжениях необратимая часть осадки в первом эксперименте немного больше, чем в двух других, где их значения совпадают. Основные параметры полученные в исследованиях приведены в таблице.

Таблица

Номер опыта	Нагрузка на сваю, $P_{св}$ , кН	Нагрузка на боковую поверхность сваи, $P_{б}$ , кН	Нагрузка на подошву сваи, $P_{п}$ , кН	Напряжения по подошве сваи, $\sigma_{п}$ , МПа	Осадка, см	Расход воды, м <sup>3</sup>	Возраст бетона сваи, сутки
1.1	750	600	150	0,94	0,046	80	82
	875	600	275	1,72	0,38		
	1000	600	400	2,5	1,21		
1.2	750	680	70	0,44	0,017	45	119
	875	680	195	1,22	0,09	125	
	1000	680	320	2,0	0,45	*	
1.3	750	720	30	0,19	0,006	40 165 *	148
	875	720	155	0,97	0,027		
	1000	720	280	1,75	0,28		

(\*) Суммарный расход воды

### **Выводы**

1. Измерения осадки свай, и ее упругой составляющей на каждой ступени загрузки позволяют определить величину нагрузки, приходящейся на ее боковую поверхность и подошву.
2. Трение по боковой поверхности возрастает во времени.

### **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. Экспериментальное исследование распределения напряжений в буронабивных сваях значительных размеров // Основания, фундаменты и механика грунтов. – 1980. - №3.- С. 11-13.
3. Григорян А.А. Свайные фундаменты зданий и сооружений на просадочных грунтах.-М: Стройиздат.- 1984.-162 с.