

РЕЗУЛЬТАТЫ ПОВТОРНЫХ ИСПЫТАНИЙ ЗАБИВНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ СВАЙ СТАТИЧЕСКОЙ НАГРУЗКОЙ В УСЛОВИЯХ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

Ю. В. ШВЕЧИКОВ – канд. техн. наук, доцент, эксперт-консультант НИИ Академии коммунального хозяйства им. К. Д. Памфилова, г. Санкт-Петербург. Автор более 100 научных работ, имеет более чем 40-летний опыт в области геомеханики и фундаментостроения.

Г. В. ЛЕВИНТОВ – инженер, начальник отдела №6 ПКТИ, г. Санкт-Петербург.

Приводятся данные о повторных испытаниях свай в грунтовых условиях Санкт-Петербурга. Представлены количественные результаты анализа повышения несущей способности свай, а также графики зависимости осадки от нагрузки и нарастания осадки во времени при первичном, повторном и третьем испытаниях свай.

Первичные и повторные испытания забивных железобетонных свай квадратного сечения проводились на реальных объектах отделом ПКТИ по единой методике. Необходимость повторных испытаний была вызвана тем, что при первичных испытаниях полученные значения несущей способности, а следовательно, и расчетные нагрузки, оказались меньше определенных предварительным расчетом.

Испытанию подвергались сваи сечением 35×35 см (за исключением сваи №8), длиной от 8 до 19 м. Торцы свай опирались на глини-

стые моренные грунты с показателем текучести $I_L = 0,1 \dots 0,6$; торец сваи №4 оперт на озерно-морские отложения в виде плотных пылеватых песков. Сваи забивали различными молотами с весом ударной части от 1,8 до 9 тс и высотой сбрасывания от 0,20 до 2,0 м. Фактический отдых свай изменяется в широких пределах: от 8...10 дней до 248 дней. Во всех повторных испытаниях значение максимальной нагрузки весьма существенно превысило величину, достигнутую при первичных испытаниях.

Анализ некоторых результатов повторных испытаний представлен в табл. 2.

© Ю. В. Швечиков, Г. В. Левинтов, 2005

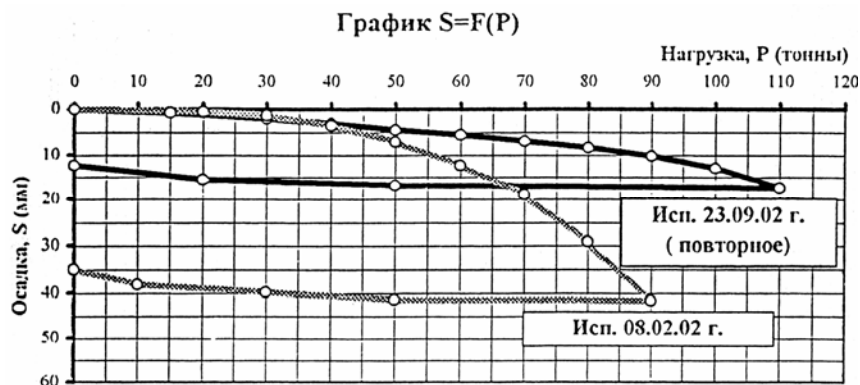


Рис. 1. Графики зависимости осадки от нагрузки для сваи №5, опирание торца на супесь пылеватую ($I_L=0,2$) с гравием и галькой (5...10%) с прослойками

По результатам первичных и повторных испытаний были построены графики зависимости осадки от нагрузки $S = f(P)$. Примеры таких графиков для свай № 4–7 приведены на рис. 1–4.

Характер графиков повторных испытаний для свай №5 и 6 значительно отличается от вида зависимостей при первичных испытаниях, а для сваи №7 при трех испытаниях графические зависимости имеют один и тот же вид, при этом грунты по виду одинаковы, а по характеристикам близки. Поскольку данные испытаний получены на реальных объектах, расположенных в различных районах города, различие характера графиков и значительный разброс результатов, по всей вероятности, объясняются неоднородностью грунтовых напластований.

Попытка установить зависимость нара-

стания нагрузки от грунтовых условий, оборудования, продолжительности отдыха и др., по нашему мнению, является затруднительной, однако полученные данные представляют интерес как для теоретических исследований, так и для инженеров-проектировщиков.

Анализ данных табл. 2 показывает, что упругий подъем сваи после испытаний составляет около 10% от максимальной осадки, исключение – сваи №5 и 6. У 8 свай из 11 наблюдается процентный рост величины упругого подъема при повторных испытаниях, а абсолютные значения как уменьшаются, так и нарастают.

Доля сил трения в значении максимальной нагрузки, полученной при повторных испытаниях, во всех случаях возрастает (см. графы 8, 9 табл. 2) и составляет от 8,3 до 30,9%. Силы трения определялись по гра-

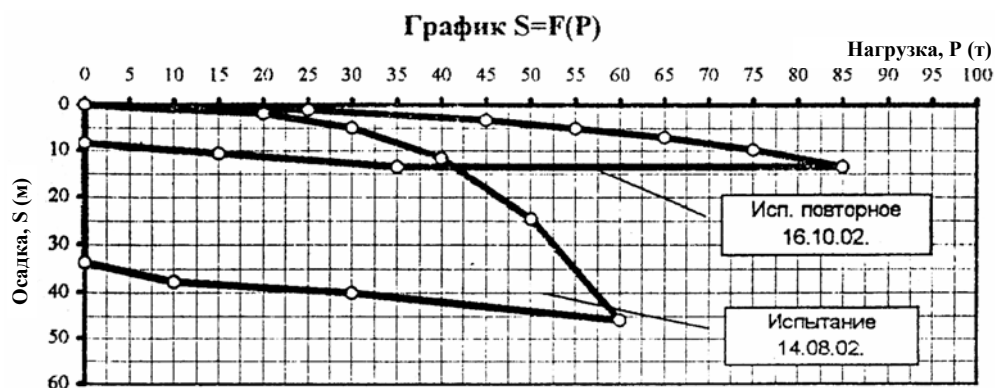


Рис. 2. Графики зависимости осадки от нагрузки для сваи №6, опирание торца на супесь пылеватую ($I_L=0,33$) с гравием с прослойками песка

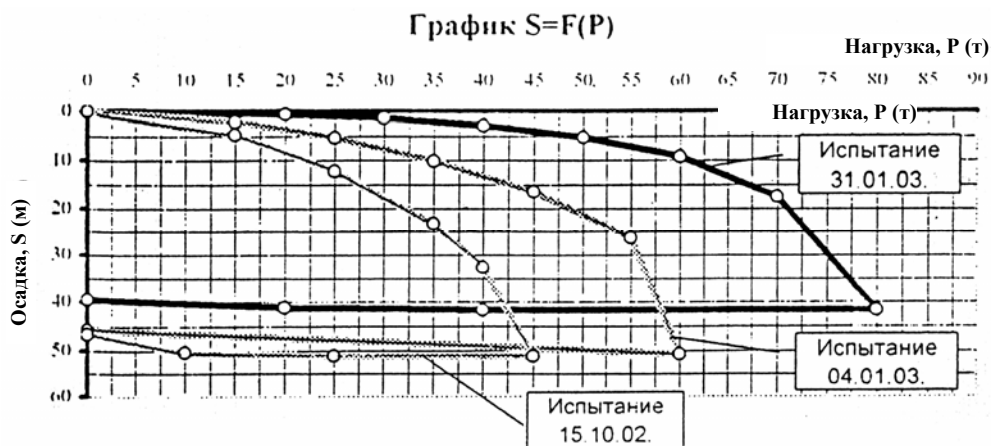


Рис. 3. Графики зависимости осадки от нагрузки для сваи №7, опирание торца на супесь пылеватую ($I_L=0,11$) с гравием до 10%

Размеры сваи, м, номер, адрес	Характеристика геологических условий для торца (острия) сваи	Характеристика оборудования для забивки	Параметры погружения		Количество испытаний статической нагрузкой	Значения max нагрузок, тс			Продолжительность отдыха от начала забивки, сут	
			Отказ, см	Количество ударов, ед		1-е испытание	2-е испытание	3-е испытание и ожидаемые расчетная нагрузка	до 1 испытания	до 2 испытаний
1. Свая 0,35×0,35×16,0 (севернее ул. Новоселов), кв.12, корп.35, блок «Б»	Супесь с гравием 5% $I_L = 0,27$ $E = 12,0$ мПа	Дизель-молот $H = 1,5-2,0$ м $G = 2,5$ т $E = 4,4$ тм	5,0	151	2	70,0	90,0	85,0*	22	32
2. Свая 0,35×0,35×13,0 Ульянка, кв.4–6, корп. 4	Суглинок легкий пылеватый с гравием и галькой 5%, обломками песчаника, $I_L = 0,17$ $E = 14,0$ мПа	Дизель-молот $H = 1,0-1,2$ м $G = 1,8$ т $E = 1,98$ тм	1,2	282	2 второе после добивки	35,0	55,0	40,0*	95	138
3. Свая 0,35×0,35×15,0 Ульянка, кв. 4–6, корп. 6–1	Глина пылеватая с обломками песчаника, дислоцированная $I_L = 0,32$ $E = 21,0$ мПа	Дизель-молот $H = 1,0-1,2$ м $G = 1,8$ т $E = 1,98$ тм	0,9	484	2 второе после добивки	45,0	80,0	60*	49	89
4. Свая 0,35×0,35×10 севернее ул. Новоселов, кв. 14, корп. 44	Пески пылеватые, плотные, обводненные $E = 18,0$ мПа	«ЮНТТАН» $H = 0,28$ м $G = 6,0$ т $E = 1,68$ тм	1,0	221	3	50	75	90/70*	22	34/86
5. Свая 0,35×0,35×14 Ржевка – Пороховые квартал 2, корп. 29–33	Супесь пылеватая, с гравием и галькой 5...10%, с прослойками песков пылеватых $I_L = 0,2$ $E = 21,0$ мПа	Дизель-молот СП-77 $H = 2,5-3,0$ м $G = 2,5$ т $E = 6,9$ тм	4,8	264	2	90,0	110,0	90,0*	21	262
6. Свая 0,35×0,35×19 ул. Ткачей между корп. 68–76	Супесь пылеватая с гравием, с прослойками песка $I_L = 0,33$ $E = 12,0$ мПа	Механ. молот $H = 1,0-1,5$ м $G = 4,0$ т $E = 5,0$ тм	1,7	-	2	60,0	85,0	90*	23	81
7. Свая 0,35×0,35×12 угол ул. Художников и ул. Сикейроса Шува-лово-Озерки	Супеси пылеватые, серые с гравием до 10% полутвердые $I_L = 0,11$ $E = 16,0$ мПа	Гидромолот «ЮНТТАН» $H = 0,2-0,4$ м $G = 9,0$ т $E = 2,7$ тм	3	197	3	45	60	80/70*	101	187/214

фикам осадка – нагрузка в тот момент, когда фиксировалось начало нарастания осадки сваи, как это было принято Г. Ф. Новожиловым и Б. В. Бахолдиным [1].

Общий прирост нагрузки при повторных испытаниях (см. гр. 11 табл. 2) составил 22,8...66,0% (исключая сваю № 8), при этом за счет трения по боковой поверхности – от 10 до 46%, а сопротивления под торцом – от 55

Данные анализа результатов повторных испытаний свай

Номер сваи из табл. 1	Максимальная нагрузка, достигнутая при повторном испытании / ожидаемая расчетная, тс	Мах осадка, мм			Упругий подъем, мм / %			Суммарное значение сил трения от достигнутой мах нагрузки, тс / %			Прирост нагрузки, тс / %			Прирост мах нагрузки на 1 пог. м сваи, тс	Примечание
		1-е испытание	2-е испытание	3-е испытание	1-е испытание	2-е испытание	3-е испытание	1-е испытание	2-е испытание	3-е испытание	Общий	За счет трения	За счет сопротивления под торцом		
1	$\frac{90,0}{85,0}$	44,05	51,0	–	$\frac{4,05}{9,1}$	$\frac{3,05}{5,9}$	–	$\frac{22,0}{31,4}$	$\frac{27,0}{30,0}$	–	$\frac{20,0}{28,5}$	$\frac{5,0}{25,0}$	$\frac{15,0}{75,0}$	1,25	Отдых между 1-м и 2-м исп. 10 дней
2	$\frac{55,0}{40,0}$	44,0	52,60	–	$\frac{2,8}{6,3}$	$\frac{3,67}{7,0}$	–	$\frac{8,0}{22,8}$	$\frac{17,0}{30,9}$	–	$\frac{20,0}{57,0}$	$\frac{9,0}{45,0}$	$\frac{11,0}{55,0}$	1,53	
3	$\frac{80,0}{60,0}$	44,8	50,1	–	$\frac{5,05}{11,3}$	$\frac{3,53}{7,0}$	–	$\frac{7,0}{15,0}$	$\frac{18,0}{22,5}$	–	$\frac{35,0}{77,0}$	$\frac{11,0}{31,4}$	$\frac{24,0}{68,6}$	2,33	
4	$\frac{90,0}{70,0}$	42,5	50,5	40,1	$\frac{4,6}{11,0}$	$\frac{6,2}{12,0}$	$\frac{7,5}{17,1}$	$\frac{7,0}{14,0}$	$\frac{14,0}{18,6}$	$\frac{17,0}{18,8}$	$\frac{40,0}{50,0/80,0}$	$\frac{10,0}{25,0}$	$\frac{30,0}{75,0}$	4,0	Отдых между 1-м и 2-м исп. – 12 дней, 2-м и 3-м исп. – 52дня
5	$\frac{110,0}{90,0}$	42,4	17,51	–	$\frac{7,4}{17,0}$	$\frac{5,12}{29,0}$	–	$\frac{11,0}{12,2}$	$\frac{13,0}{11,8}$	–	$\frac{20,0}{22,2}$	$\frac{2,0}{10,0}$	$\frac{18,0}{90,0}$	1,42	
6	$\frac{85,0}{90,0}$	45,99	13,56	–	$\frac{12,21}{26,0}$	$\frac{5,18}{38,0}$	–	$\frac{12,0}{20,0}$	$\frac{22,0}{25,9}$	–	$\frac{25,0}{41,6}$	$\frac{10,0}{40,0}$	$\frac{15,0}{60,0}$	1,31	
7	$\frac{80,0}{70,0}$	52,0	50,2	41,8	$\frac{5,5}{10,5}$	$\frac{5,2}{10,4}$	$\frac{2,28}{5,4}$	–	$\frac{5,0}{8,3}$	$\frac{16,0}{20,0}$	$\frac{35,0}{33,3/77,7}$	$\frac{16,0}{45,7}$	$\frac{19,0}{54,3}$	2,91	Отдых до 1-го испытания 101 день, до 2-го – 186, до 3-го – 214 с момента забивки
8	$\frac{130,0}{90,0}$	50,0	4,8	–	$\frac{6,5}{13,0}$	$\frac{1,6}{33,0}$	–	–	$\frac{30,0}{23,0}$	–	$\frac{10,0}{8,3}$	–	–	0,6	Отдых между 1-м и 2-м испытаниями 8 дней
9	$\frac{70,0}{65,0}$	50,6	49,05	–	$\frac{2,76}{5,4}$	$\frac{4,57}{9,3}$	–	$\frac{10,0}{20,0}$	$\frac{14,0}{20,0}$	–	$\frac{20,0}{40,0}$	$\frac{4,0}{20,0}$	$\frac{16,0}{80,0}$	1,54	
10	$\frac{45,0}{40,0}$	40,0	46,2	–	$\frac{2,5}{6,2}$	$\frac{3,83}{8,2}$	–	$\frac{5,0}{16,6}$	$\frac{11,0}{24,4}$	–	$\frac{15,0}{50,0}$	$\frac{6,0}{40,0}$	$\frac{9,0}{60,0}$	1,87	
11	$\frac{50,0}{60,0}$	50,65	50,44	–	$\frac{1,9}{3,8}$	$\frac{3,43}{6,8}$	–	$\frac{4,5}{15,0}$	$\frac{13,0}{26,0}$	–	$\frac{20,0}{66,6}$	$\frac{8,5}{42,5}$	$\frac{11,5}{57,5}$	1,5	

до 90%. На наш взгляд, общий прирост нагрузки при повторных испытаниях можно отнести к длине сваи (рис. 6).

Отбрасывая полученные максимальные и минимальные значения прироста нагрузки (сваи №4 и 8), получаем среднеарифметическое значение прироста нагрузки 1,6 тс/пм.

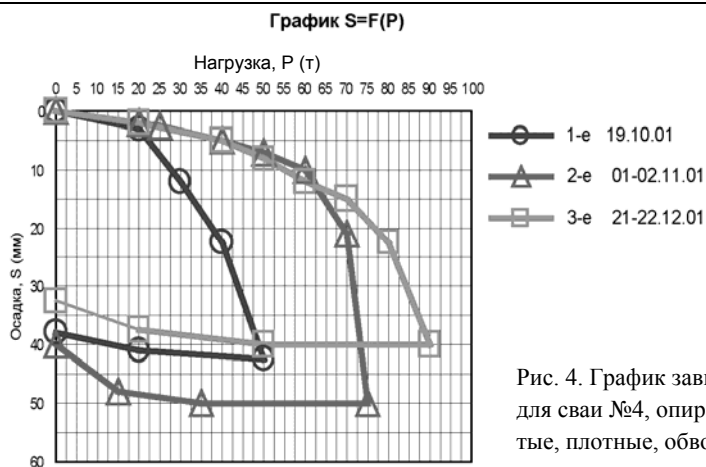


Рис. 4. График зависимости осадки от нагрузки для сваи №4, опирание торца на пески пылеватые, плотные, обводненные

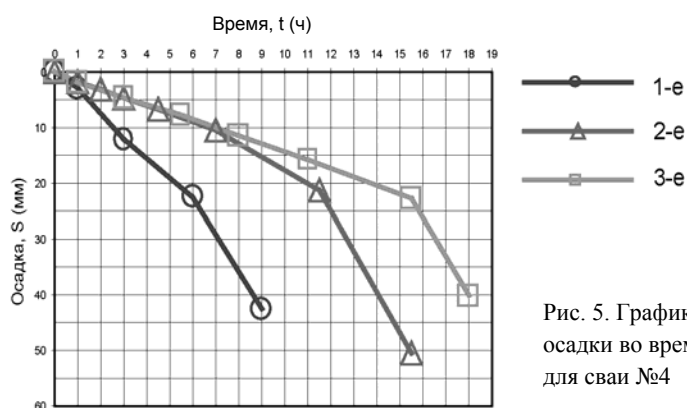


Рис. 5. Графики зависимости нарастания осадки во времени при различных испытаниях для сваи №4

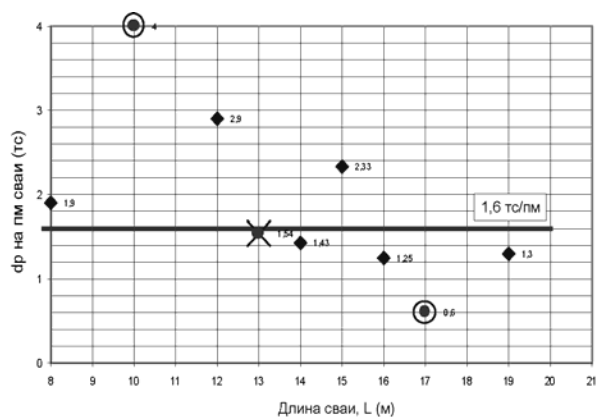


Рис. 6. График зависимости прироста нагрузки при повторных испытаниях для свай различной длины

Если же определить среднее по минимальным значениям и с некоторым запасом получим прирост нагрузки при повторных испытаниях 1 тс/пм сваи. Полученные значения могут служить рекомендацией при решении возникающих практических ситуаций.

Список литературы

1. Тезисы статей Новожилова Г. Ф. и Бахолдина Б. В. // Проектирование и возведение фундаментов транспортных зданий и сооружений из свай и оболочек в сложных грунтовых условиях / НТО ж/д транспорта. Л., 1974.