

## **АНАЛИЗ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ УСТРОЙСТВА СВАЙНЫХ ФУНДАМЕНТОВ В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ**

Устройство фундаментов является наиболее ответственным этапом возведения здания. В условиях слабых грунтов Санкт-Петербурга самым надежным конструктивным решением является свайный фундамент. Существуют две технологии устройства свай: буронабивные, изготавливаемые на площадке, и забивные из заводских свай. Технологии для разных инженерно-геологических условий имеют как преимущества, так и недостатки [1].

Основные преимущества применения заводских свай:

- качество материала ствола сваи обеспечивается и гарантируется заводом изготовителем;
- по технологическим параметрам погружения сваи (конечный отказ или усилие вдавливания) можно прогнозировать несущую способность по грунту без статических испытаний, что может существенно сократить сроки проектирования и строительства.

Основное преимущество применения буронабивных свай это универсальность размера и формы с несущей способностью свыше 130 – 150 тс.

На основании опыта работы в Санкт-Петербурге установлено, что при устройстве свай в слабых грунтах вблизи зданий и сооружений каждая технология может вызвать сверхнормативные деформации существующих конструкций [1].

В этих условиях разработка методики выбора надежной свайной технологии для конкретных инженерно-геологических условий становится весьма актуальной. Методика должна включать качественную и количественную оценку соответствия следующим факторам:

1. Безопасности для окружающей среды (предотвращение сверхнормативных динамических и шумовых воздействий, деформаций существующих зданий, просадок и выпора грунта, нарушений гидрологического режима).
2. Стесненности строительной площадки (строительные машины должны размещаться на площадке с учетом габаритов опасных зон, путей доставки техники и строительных материалов).
3. Обеспечения проектной несущей способности сваи по грунту.
4. Надежности сохранения ствола сваи в грунте (для буронабивных технологий).
5. Вариантного сравнения технико-экономических показателей (сменной производительности и сроков работ, включая контрольные испытания; сметной стоимости с дополнительными затратами на подготовительные работы).

Результаты исследований по фактору №3 обеспечения несущей способности сваи показаны в табл. 1 и 2. На основании опыта работ ЗАО «Строительный трест № 28» разработана база данных технологических параметров устройства свайных фундаментов в Санкт-Петербурге и Ленинградской области. Систематизированы данные по количеству и размерам свай, конечной нагрузке и осадке при статических испытаниях, технологии устройства свай, характеристикам применяемого оборудования, производительности, сроках работ и выявленных при производстве работ дефектах. При интерполяции имеющихся данных, зная местоположение участка строительства, можно предварительно определить глубину залегания несущего слоя, задать конструктивно-технологические параметры свайного фундамента, включая ожидаемую несущую способность сваи.

В таблицах представлены коэффициенты  $k_1$ ,  $k_2$  относительной несущей способности сваи ( $F_d$ ) по длине свай ( $L$ ) и геометрическому объему ( $V$ ), а также для технологии вдавливания свай рассчитан средний коэффициент  $k_3$  зависимости несущей способности от конечного усилия вдавливания  $F_{вд}$ .

Анализируя данные табл. 1 можно сделать вывод, что для забивных свай наибольшей удельной несущей способностью обладают сваи погруженные методом вдавливания, наименьшей – погруженные молотами свободного падения. Для разных строительных кварталов Санкт-Петербурга единых закономерностей определения несущей способности не выявлено (табл. 2). В каждом случае необходимо совместно рассматривать конструктивные особенности проектируемого здания и инженерно-геологические условия площадки.

С практической точки зрения представляет интерес прогнозирование несущей способности сваи по конечному усилию вдавливания. На основании существующих нормативов [2] конечное усилие вдавливания следует задавать на 20% больше расчетной несущей способности сваи по грунту, т.е.  $k_3 = 1,2$ . Однако, учитывая опыт работы Треста 28, этот коэффициент следует задавать в пределах от 0,25 до 1,14 (в среднем 0,90).

В этой связи в результате математической обработки данных статических испытаний грунтов сваями, погруженных методом вдавливания в С-Петербурге и Ленинградской области, получена математическая зависимость несущей способности свай  $F_d$ , тс от конечного усилия вдавливания  $F_{вд}$ , тс:

$$F_d = 13,45 \cdot F_{вд}^{0,46} \quad (1)$$

Обработка результатов производилась с применением программного комплекса CurveExpert (рис). С учетом проведенных исследований можно заключить, что на практике конечное усилие вдавливания завышается в среднем на 25%. Это приводит к неоправданному увеличению веса установок вдавливания, снижению производительности и ограничению радиуса действия при работе в примыкании к существующим конструкциям и в котловане.

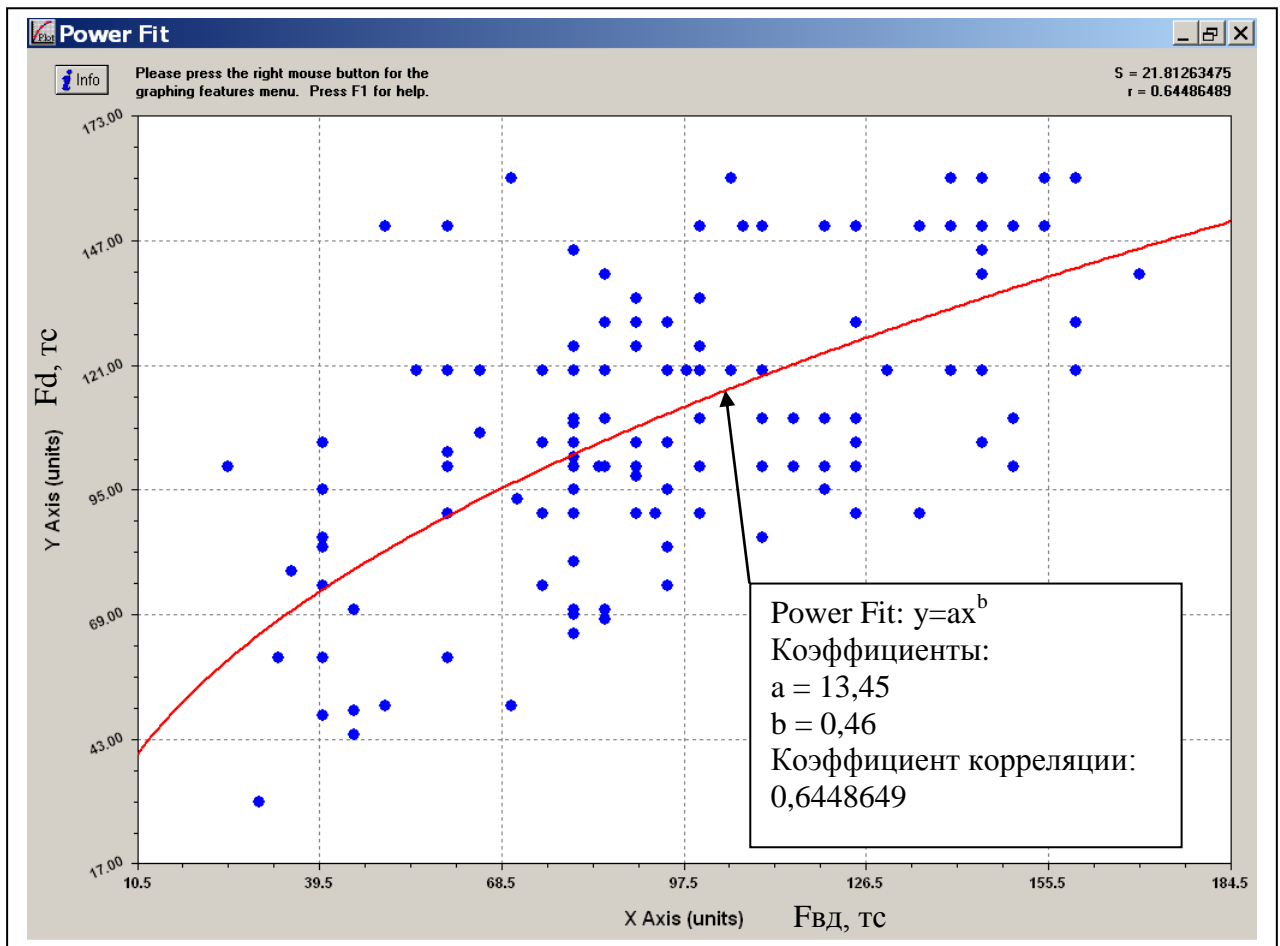


Рис. Интерфейс обработки результатов статических испытаний грунтов сваями по конечному усилию вдавливания свай в программном комплексе CurveExpert.

Таблица 1  
Коэффициенты несущей способности свай по Санкт-Петербургу и Ленинградской области

Технология устройства свай	$k_1=Fd/L$ (тс/м)	$k_2=Fd/V$ (тс/м <sup>3</sup> )	$k_3=Fвд/Fd$	Количество элементов
Забивные сваи погружаемые различными методами: Вдавливанием	6,60	55,85	0,90	196
Забивкой гидромолотом	6,53	53,85	-	418
Забивкой дизельным молотом	6,15	61,77	-	2463
Забивкой молотом свобод.падения	5,89	55,75	-	5818
Буронабивные сваи	8,12	41,61	-	33

Таблица 2

Коэффициенты несущей способности свай по различным районам  
Санкт-Петербурга

Строительные кварталы С.-Петербурга	Технология устройства свай	$k_1=Fd/L$ (тс/м)	$k_2=Fd/V$ (тс/м <sup>3</sup> )	$k_3=F_{вд}/Fd$
1	2	3	4	5
Коломяги	Забивка ж/б свай гидромолотом	11,03	122,71	-
	Забивка ж/б свай дизельным молотом	7,59	90,04	-
	Забивка ж/б свай молотом свобод.падения	10,25	132,83	-
Рыбацкое	Забивка ж/б свай дизельным молотом	5,50	48,84	-
	Забивка ж/б свай молотом свобод.падения	5,48	49,18	-
Севернее Муриноского ручья	Забивка ж/б свай гидромолотом	8,55	76,65	-
	Забивка ж/б свай дизельным молотом	6,19	61,79	-
	Забивка ж/б свай молотом свобод.падения	7,47	76,52	-
Центральный район	Вдавливание ж/б свай	6,45	54,16	0,80
	Забивка ж/б свай гидромолотом	6,86	48,17	-
	Забивка ж/б свай дизельным молотом	5,95	55,98	-
	Забивка ж/б свай молотом свобод.падения	5,49	58,31	-
	Буронабивные сваи	10,45	45,83	-
Ульянка	Забивка ж/б свай гидромолотом	5,82	47,45	-
	Забивка ж/б свай дизельным молотом	5,39	48,16	-
	Забивка ж/б свай молотом свобод.падения	5,53	47,47	-
Восточнее пр. Ю.Гагарина	Вдавливание ж/б свай	4,38	29,17	1,14
	Забивка ж/б свай гидромолотом	5,19	35,16	-
	Забивка ж/б свай дизельным молотом	3,72	30,11	-
	Забивка ж/б свай молотом свобод.падения	4,95	41,96	-
Западнее Варшавской железной дороги	Вдавливание ж/б свай	5,56	48,02	0,80
	Забивка ж/б свай гидромолотом	4,69	40,13	-
	Забивка ж/б свай дизельным молотом	4,33	37,90	-
	Забивка ж/б свай молотом свобод.падения	5,30	46,52	-
Шувалово Озерки	Вдавливание ж/б свай	6,65	62,05	0,92
	Забивка ж/б свай гидромолотом	5,81	51,30	-
	Забивка ж/б свай дизельным молотом	7,77	86,55	-
	Забивка ж/б свай молотом свобод.падения	7,21	68,52	-
Бывший Комендантский аэродром	Вдавливание ж/б свай	6,76	57,86	1,00
	Забивка ж/б свай гидромолотом	7,35	56,26	-
	Забивка ж/б свай дизельным молотом	7,33	84,25	-
	МОНОЛИТ	7,33	74,41	-
Севернее улицы Новоселов	Вдавливание ж/б свай	6,23	54,72	0,94
	Забивка ж/б свай гидромолотом	4,46	38,24	-
	Забивка ж/б свай дизельным молотом	5,37	49,20	-
	Забивка ж/б свай молотом свобод.падения	5,26	49,31	-
	Забивка ж/б свай дизельным молотом	3,72	30,11	-

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5
Большая Охта	Вдавливание ж/б свай	6,25	54,52	0,25
	Забивка ж/б свай гидромолотом	4,21	35,27	-
	Забивка ж/б свай дизельным молотом	4,28	37,67	-
	Забивка ж/б свай молотом свобод.падения	6,43	51,18	-
Юго-Запад	Вдавливание ж/б свай	9,26	82,98	0,96
	Забивка ж/б свай гидромолотом	6,13	53,95	-
	Забивка ж/б свай дизельным молотом	6,83	65,53	-
	Забивка ж/б свай молотом свобод.падения	7,60	70,62	-
Восточнее Витебской железной дороги	Вдавливание ж/б свай	7,33	64,24	1,05
	Забивка ж/б свай дизельным молотом	5,24	43,17	-
	Забивка ж/б свай молотом свобод.падения	5,15	46,04	-
	Бурунабивные сваи	12,62	42,17	-
Озеро Долгое	Вдавливание ж/б свай	9,27	83,27	0,78
	Забивка ж/б свай гидромолотом	8,82	76,49	-
	Забивка ж/б свай дизельным молотом	5,05	43,69	-
	Забивка ж/б свай молотом свобод.падения	4,79	42,87	-
Гражданка	Забивка ж/б свай гидромолотом	7,92	64,63	-
	Забивка ж/б свай дизельным молотом	5,14	49,03	-
	Забивка ж/б свай молотом свобод.падения	8,84	81,11	-
Васильевский остров	Забивка ж/б свай гидромолотом	3,68	31,58	-
	Забивка ж/б свай дизельным молотом	3,72	30,11	-
	Забивка ж/б свай молотом свобод.падения	4,95	41,96	-

С учетом вышесказанного следует, что определение технологических параметров устройства свайных фундаментов в условиях Санкт-Петербурга это сложная многофакторная задача, требующая разработки особой методики.

На основании анализа технологических показателей погружения и испытания грунтов сваями получены коэффициенты зависимости несущей способности от размеров свай. Предложена математическая зависимость оценки несущей способности заводских свай по конечному усилию вдавливания.

#### Литература.

1. В.В. Верстов, Б.Г. Фрейдман, А.Н. Гайдо. Критерии сравнительной эффективности технологий устройства свайных фундаментов // Монтажные и специальные работы в строительстве. – 2004. - № 8. С. 12 – 16.
2. СП-50-102-2003. Проектирование и устройство свайных фундаментов. М. 2004.