

УДК 624.13

О ПОВЫШЕНИИ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ СВАЙ ВО ВРЕМЕНИ

Новский А.В., Логинова Л.А.

*Одесская государственная академия строительства и архитектуры,
г. Одесса, Украина*

Выполнен анализ работ по исследованию процесса повышения несущей способности свай во времени в разных регионах и приведены результаты испытаний, выполненных в г. Одессе.

An analysis of studies on the process of improving the bearing capacity of piles with time in different region and the results of tests in Odessa.

При работе свай в водонасыщенных глинистых грунтах большое значение имеет изменение порового давления и напряжения в скелете грунта, которое, в свою очередь, оказывает существенное влияние на несущую способность свай и изменение сил трения по их боковой поверхности во времени.

Грунтовая среда на момент забивки свай по С.С. Вялову представляет собой равновесную, неоднородную, термодинамическую систему [1]. В процессе погружения сваи вокруг ее ствола происходит изменение ряда параметров: порового давления; структурной прочности; а так же тиксотропные изменения, вызывающие снижение сил трения и др. Термодинамическая система переходит из равновесного в локально-неравновесное состояние.

После забивки сваи наблюдаются изменения параметров, нарушенных в процессе уплотнения. Снижается поровое давление воды,

повышается значение структурной прочности, происходят тиксотропные изменения, оказывающие влияние на повышение сил трения на боковой поверхности сваи. Длительность процессов перехода в равновесное состояние зависит от состава и состояния грунтовой среды. В глинистых грунтах с показателем текучести $I_L \leq 0,5$ она составляет 6...10 суток, при $I_L = 0,5...1,0$ достигает 20...30 суток. Поэтому в действующем стандарте определение несущей способности свай рекомендуется проводить после «отдыха» от 6 до 20 суток.

Большой объем исследований, посвященных повышению несущей способности свай во времени, был проведен в г. Перми Бартоломеем А.А. Было установлено, что поровое давление увеличивается в начальный период после уплотнения, а по мере его снижения происходит увеличение эффективных давлений, которые возрастают до их стабилизации. Одновременно наблюдается возрастание сил трения по боковой поверхности свай [2].

Максимальное значение порового давления было зафиксировано в процессе погружения сваи при прохождении ее острием уровня расположения месдоз. Это можно объяснить тем, что при погружении сваи глинистый грунт вытесняется в стороны и формируется уплотненное ядро ниже ее подошвы. В результате вдоль ствола сваи образуется зона уплотнения, в пределах которой происходит сокращение объема пор, заполненных водой и газом. Так как вода не сжимаема, сокращение объема пор происходит за счет сжатия газа в пределах зоны уплотнения.

В процессе забивки и сразу после ее окончания уплотненное ядро ниже подошвы сваи и зона уплотнения вокруг ее ствола являются неравновесной системой по отношению к окружающему природному грунту. Высокое поровое давление в пределах уплотненной зоны в процессе релаксации напряжений снижается за счет вытеснения поровой воды. Одновременно происходит восстановление прочности структурных связей. Следствием этих процессов является повышение несущей способности свай. В строительной практике этот процесс получил название «отдых сваи».

На рис. 1 приведены графики изменения порового давления, структурной прочности и сил трения по боковой поверхности ствола, полученные А.А. Бартоломеем по результатам наблюдений при испытаниях натуральных свай.

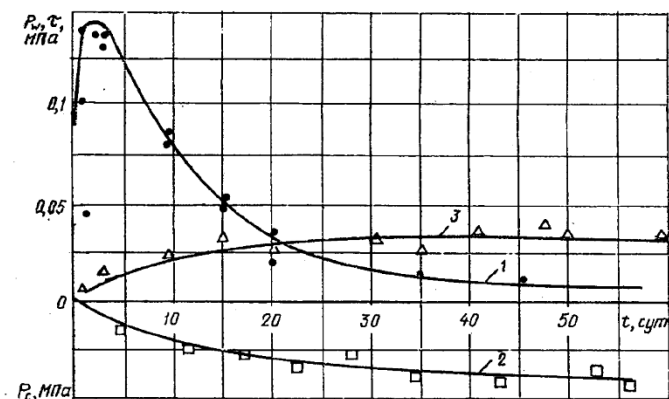


Рис. 1. Результаты исследований изменения во времени параметров состояния глинистых грунтов вокруг ствола свай:
1 – порового давления; 2 – структурной прочности; 3 – сил трения

Большой интерес представляют исследования, проведенные в г. Рязани Г.М. Смиренским и др. [3]. На рис. 2 и в табл. 1 приведены результаты этих исследований, подтверждающие нарастание несущей способности свай во времени.

Исследования выполнены на участках, геологическое строение которых представлено суглинками от полутвердой до текучей консистенции. Повышение несущей способности с момента погружения до истечения 80 сут. составило от 1,7 до 6,5 раз.

Таблица 1

Повышение несущей способности свай во времени
в зависимости от состава и состояния грунтов

№ опыта	I_L	Вид грунтов	P, кН в % через t, суток				$k=P_t/P_0$
			0	15	30	80	
1	-	Песок ср. крупн	-	-	-	-	-
2	0 - 0,25	Супесь	253	377	394	427	1,69
3	0 - 0,25	Суглинок	186	317	364	407	2,19
4	0,25 - 0,5	Суглинок	50	122	139	-	2,78
5	0,5 - 1,0	Суглинок	57	142	179	232	4,06

№ опыта	I_L	Вид грунтов	Р, кН в % через t, суток				$k=P_t/P_0$
			0	15	30	80	
6	0,5 - 1,0	Суглинок, ил	64	199	243	293	4,56
7	0,25-0,7	Суглинок	64	233	355	-	4,74
8	>1,0	Суглинок, глина	43	134	179	-	4,16
9	>1,0	Суглинок, глина	50	199	264	323	6,46

Примечания: k – коэффициент роста нагрузки; P_0 и P_t – нагрузка на сваю в день забивки и через t суток.

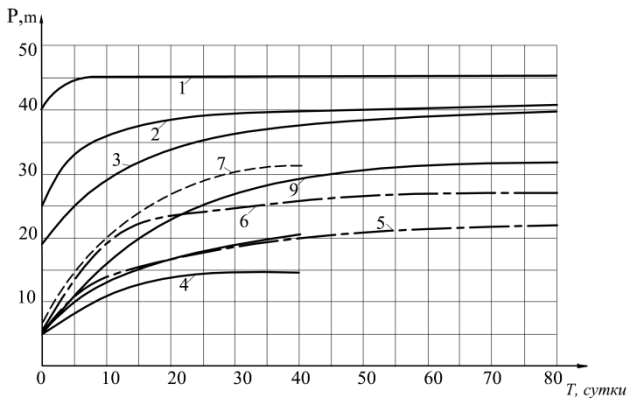


Рис. 2. Увеличение несущей способности свай во времени:
1–8 – номер опыта по результатам исследований Г.Н. Смиренского

По результатам исследований Г.Н. Смиренского можно выделить два этапа нарастания несущей способности свай. К первому относится период восстановления термодинамической системы в пределах объема уплотненного грунта, на втором - происходит повышение несущей способности в период длительного процесса изменения свойств грунтов вокруг ствола свай.

Эффект повышения несущей способности свай так же был установлен авторами при испытаниях грунтов сваями на ряде объектов г. Одессы. При строительстве 19-ти этажного здания по ул. Разумовской, 10/12 испытаны сваи через 2, 24 и 111 суток после погружения. Результаты этих исследований приведены на рис. 3 и 4.

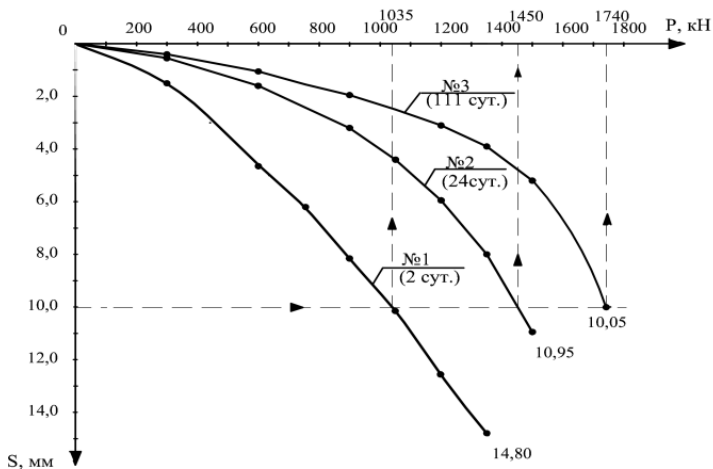


Рис. 3. Результаты испытаний призматических свай при разной продолжительности «отдыха»:

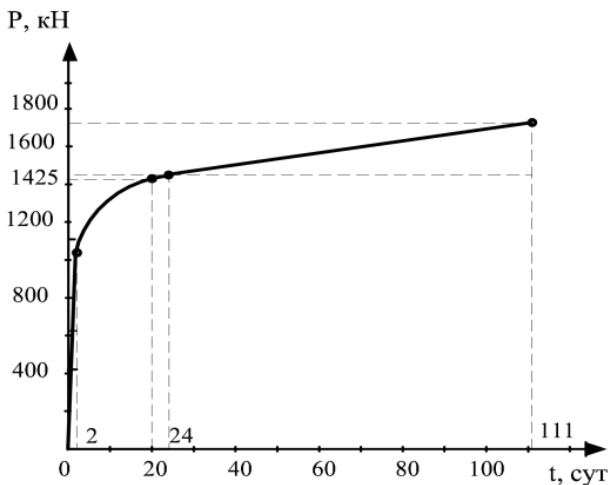


Рис. 4. График увеличение несущей способности свай во времени

Оценка повышения несущей способности выполнена с использованием данных при осадке, равной 10 мм. По результатам проведенных исследований коэффициент увеличения нагрузки

за период с 20 суток до 111 составил 1,22 (1740 кН/ 1425 кН). Следует отметить, что этот показатель увеличивается при осадках менее 10 см. Так при определении несущей способности свай при осадке 5 см. он равен 1,36.

Таким образом, в водонасыщенных глинистых грунтах одесского региона наблюдается повышение несущей способности свай во времени. Этот коэффициент, по результатам статических испытаний, следует определять при осадке не менее 10 мм.

Литература

1. Вялов, С.С. Реологические основы механики грунтов. – М. : Высшая школа. – 1978. – 447 с.
2. Бартоломей, А.А. Основы расчета ленточных свайных фундаментов по предельно допустимым осадкам. – М. : Стройиздат. – 1982. – 222 с.
3. Смиренский, Г.М., Нудельман Л.А., Радугин А.Е. Свайные фундаменты гражданских зданий. – М. : Стройиздат. – 1970. – 141 с.