

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЛЕНТОЧНОГО СВАЙНОГО ФУНДАМЕНТА С ПРОМЕЖУТОЧНОЙ ПЕСЧАНОЙ ПОДУШКОЙ

Глушков В. Е., Хабибулин С. Ю.

ФГБОУ ВПО «Поволжский государственный технологический университет», Йошкар-Ола, Россия (424000, Йошкар-Ола, пл. Ленина, 3), e-mail: 256289@mail.ru, cerxabib85@mail.ru

В ряде случаев при применении в сейсмических районах забивных свай, рассчитанных на вертикальные нагрузки и моменты, их число оказывается недостаточным для восприятия горизонтальных сейсмических сил. Поэтому обычно увеличивают сопротивление свай горизонтальным нагрузкам за счет увеличения их числа, армирования размеров поперечного сечения, применения трубчатых свай большого диаметра или наклонных свай. Однако более экономичным и простым может оказаться решение, направленное на уменьшение передающихся на сваи горизонтальных сил. Одним из таких способов является устройство подушки из сыпучего материала между сваями и фундаментным блоком, воспринимающим нагрузки от здания. Вместе с тем такие фундаменты сохраняют все достоинства обычных свайных фундаментов при работе на вертикальные нагрузки. [1] Рассматриваются особенности поведения свайного фундамента с промежуточной песчаной подушкой, выполненные авторами в Поволжском государственном технологическом университете. Полученные результаты модельных испытаний в лотке на однородном основании показывают зависимость от толщины песчаной подушки, количества рядов свай и их поперечного сечения.

Ключевые слова: моделирование, испытания, штамп, график осадка-нагрузка, деформированное состояние, ленточный свайный фундамент с промежуточной песчаной подушкой.

EXPERIMENTAL STUDIES TAPE PILE FOUNDATION WITH INTERMEDIATE SAND CUSHION

Glusnikov V. E., Khabibulin S. Y.

Volga State University of Technology, Yoshkar-Ola, Russia (424000, Yoshkar-Ola, Lenin square,3) e-mail: 256289@mail.ru, cerxabib85@mail.ru

In some cases, when used in seismic areas of driven piles, designed for vertical loads and moments, their number is not sufficient for the perception of horizontal seismic forces. Therefore tend to increase the resistance of piles horizontal load due to the increase in their number, reinforcement, cross-sectional dimensions, the use of large-diameter pipe piles or inclined piles. However, a more cost-effective and simple solution may be aimed at reducing transmitted to the pile of horizontal forces. One of these ways is to cushion the device from the bulk material between the piles and foundation blocks, carrying the load of the building. However, these foundations retain all the advantages of conventional pile foundations at work on the vertical loads. [1] The features of the behavior of pile foundation with intermediate sand cushion, made by the authors in the Volga State Technological University. The results obtained in model test tray uniform basis indicate the thickness of cushion sand, the number of rows of piles and their cross section.

Key words: modeling, testing, stamp, schedule-sediment load, strain state, the tape pile foundation with intermediate sand cushion.

Введение

При проектировании свайных фундаментов в сейсмических районах, при соответствующем технико-экономическом обосновании допускается применять свайные фундаменты с промежуточной подушкой из сыпучих материалов (щебня, гравия, песка крупного и средней крупности).

Отличительная особенность свайных фундаментов с промежуточной подушкой – отсутствие жесткой связи между сваями и ростверком. Поверх погруженных в грунт свай устраивают

уплотненную подушку из сыпучего материала. На эту подушку устанавливают ту часть фундамента, которая в традиционных свайных фундаментах служит ростверком [4, 5].

Реальная оценка работы свайного фундамента с промежуточной песчаной подушкой, установление границы активной зоны может быть получена в результате экспериментальных исследований моделей свайных фундаментов в однородном основании.

Методика и применяемые материалы

При проведении исследований совместной работы свай с промежуточной песчаной подушкой и основанием необходимо решить следующие задачи:

- Исследовать влияние толщины песчаной подушки на несущую способность и осадку ленточных свайных фундаментов с промежуточной песчаной подушкой.
- Исследовать влияние длины свай и поперечного сечения, на несущую способность и послойные перемещения.

Для исследования деформированного состояния основания использовался штамп с размерами в плане 75x25 см. Отношение длины штампа к ширине подошвы $L : B = 3 : 1$, площадь подошвы $F = 1875 \text{ см}^2$. В качестве моделей свай использовались конусные и цилиндрические сваи ($L = 25 \text{ см}, 50 \text{ см}$), которые располагались в 1 и 2 ряда. При испытаниях изменялась толщина песчаной подушки $H_{п} = B/2, H_{п} = B/4$, где $B = 25 \text{ см}$ [3, 6].

Испытания проводились в грунтовом лотке размером 1.9x2.0x1.4 м. В испытательный комплекс входило нагрузочное устройство, состоящее из главной балки и 4 анкерных винтовых свай. Нагружение штампа осуществлялось гидродомкратом ДГ-25 с образцовым манометром. Послойные деформации основания измерялись при помощи глубинных марок диаметром 10 мм, соединенных высокопрочной проволокой диаметром 0,3 мм с индикаторами часового типа с ценой деления 0,1 мм. Глубинные марки, были расположены по оси штампа по глубине $Z = 0,5B, B, 2B, 3B, 4B$ от подошвы фундамента. По краю штампа по глубине $Z = 0,5B, B, 2B, 3B, 4B$ от подошвы фундамента. На расстоянии B от оси штампа по глубине $Z = B, 2B, 3B, 4B$ от подошвы фундамента.

При подготовке основания в лотке песок отсыпался слоями с уплотнением ручной трамбовкой до требуемой плотности. При помощи домкрата прикладывалась ступенями нагрузка на опытный образец фундамента. Стабилизация осадки от каждой ступени считалась законченной, если приращение осадки от каждой ступени за последний 1 час наблюдений не превышало 0,1 мм.

Обсуждение

Всего было проведено 16 серий опытов, с трехкратным повтором. Варьировалась толщина песчаной, подушки ($H_{п} = B/2, B/4$), 1 и 2 рядное расположение свай, тип свай – конусные и цилиндрические, длина свай 25см.и 50см. ($L = B, 2B$).

В основании находился песок средней крупности, рыхлый, $E = 12,7\text{МПа}$, $\omega=3\%$. В результате исследований установлено следующее:

при нагрузке $P=150\text{ кПа}$ осадка свайного фундамента с промежуточной песчаной подушкой составила 17 % и 37 % соответственно для двухрядного и однорядного расположения конусных свай при $H_{п}=B/2$ от осадки штампа без свай. Для фундамента с цилиндрическими сваями при $P=150\text{ кПа}$ осадка составила 61 % и 71 % соответственно для двухрядного и однорядного расположения от осадки штампа без свай при $H_{п}=B/2$ (рис. 1, 2). Характер кривой осадки имеет выраженную нелинейность, из-за отсутствия структурной прочности, характерной для грунтов нарушенной структуры.

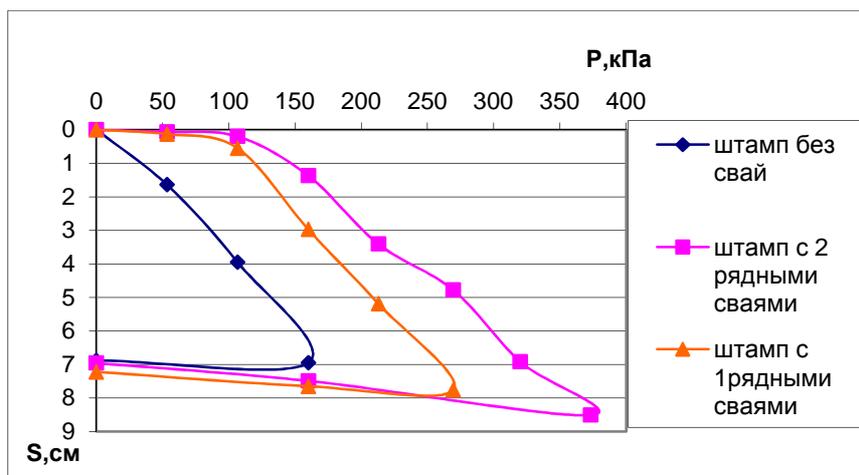


Рисунок 1. Зависимость осадки от нагрузки ленточного фундамента из конусных свай при $L=2B$, $H_{п}=B/2$

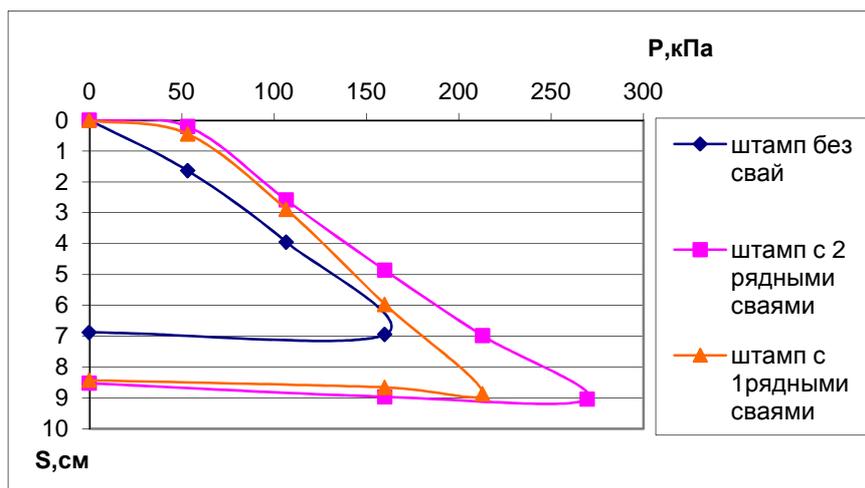


Рисунок 2. Зависимость осадки от нагрузки ленточного фундамента из цилиндрических свай при $L=2B$, $H_{п}=B/2$

При $P=250\text{ кПа}$ осадка свайного фундамента с коническими сваями при толщине песчаной подушки $B/2$ составляет 53 % от осадки фундамента с цилиндрическими сваями при двухрядном расположении. Осадка свайного фундамента с коническими сваями при толщине

песчаной подушки $H_p/4$ составляет 79 % от осадки фундамента с цилиндрическими сваями при двухрядном расположении (рис. 3, 4).

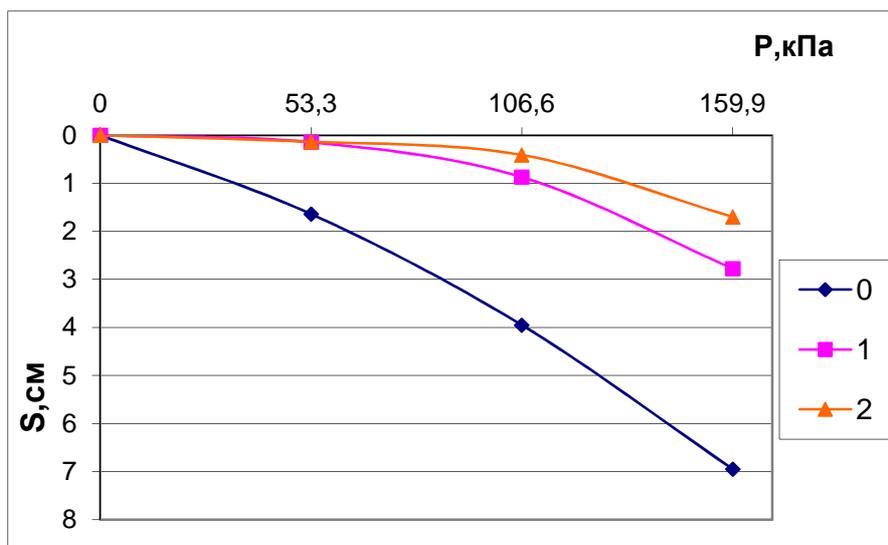


Рисунок 3. Влияние типа свай на осадку фундамента при $L=2B$, $H_p=B/4$; 0 – штамп без свай, 1 – с цилиндрическими сваями, 2 – с коническими сваями

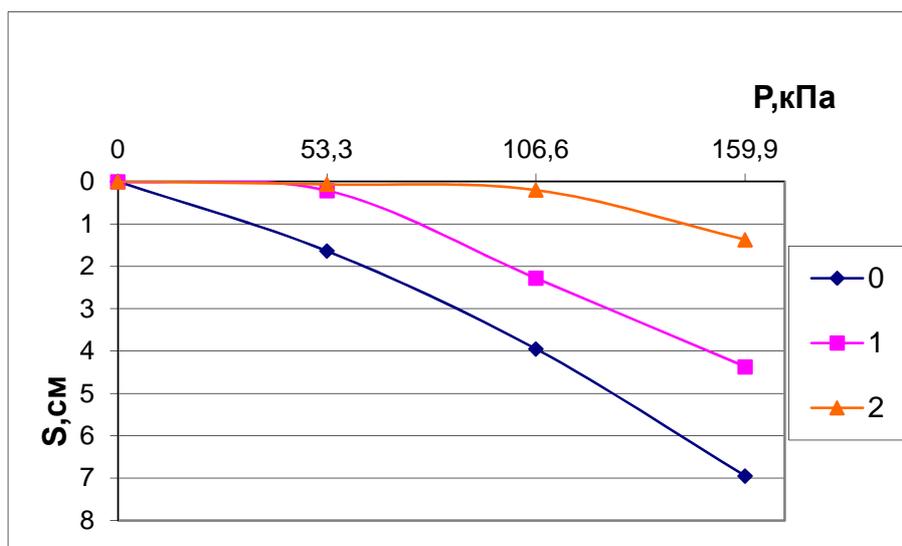


Рисунок 4. Влияние типа свай на осадку фундамента при $L=2B$, $H_p=B/2$; 0 – штамп без свай, 1 – с цилиндрическими сваями, 2 – с коническими сваями

Увеличение толщины песчаной подушки H_p для свайного фундамента с коническими сваями увеличивает осадку на 21–35 %, для цилиндрических свай 41–62 % при $P=250$ кПа. При нагрузке $P=150$ кПа уменьшение толщины песчаной подушки от $H_p=B/2$ до $H_p=B/4$ приводит к снижению осадки в 1,05–1,22 раза.

Анализ вертикальных перемещений грунта на глубине $2B$ и длине свай (25см., B) происходят значительные затухания перемещений, что показало для конусных и цилиндрических свай.

Мощность активной зоны находится в пределах толщины $1,8B-2B$ от острия сваи (при сваях длиной $2B$) для разных типов свай.

Выводы

1. При соотношении различных типов свай, осадка конических свай ниже, чем у цилиндрических до 80 % при различных ступенях нагружений.
2. Мощность активной зоны составляет примерно длина сваи от острия сваи, что подтверждают литературные данные [2].
3. Увеличение толщины песчаной подушки от $H_n=B/4$ до $H_n=B/2$ приводит к увеличению осадки до 30–60 %.

Список литературы

1. Баркан Д. Д., Межевой Г. Н., Шаевич В. М. Исследование работы свайных фундаментов с промежуточной подушкой в сейсмических районах // Труды научно-исслед. ин-та оснований и подземных сооружений». – 1976. – Вып. 67. – С. 111–114.
2. Бартоломей А. А., Омельчак И. М., Юшков Б. С. Прогноз осадок свайных фундаментов / Под ред. А. А. Бартоломея. – М.: Стройиздат, 1994. 384 с.: ил.
3. Глушков В. Е., Хабибулин С. Ю. Экспериментальные исследования свайного фундамента с промежуточной песчаной подушкой // Строительство – формирование среды жизнедеятельности: сборник трудов Пятнадцатой международной межвузовской научно-практической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых: тезисы докл. Международной конф. (Москва, 25–27 апр. 2012 г.). – М., 2012. – С. 203–204.
4. Свайные фундаменты в сейсмических районах / В. А. Ильичев, Ю. В. Монголов, В. М. Шаевич. – М.: Стройиздат, 1983. – 144 с. ил.
5. Ставницер Л. Р. Сейсмостойкость оснований и фундаментов / Монография – М.: Издательство АСВ, 2010. – С. 423.
6. Хабибулин С. Ю. Свайный фундамент с промежуточной песчаной подушкой // Инновационные ресурсы и национальная безопасность в эпоху глобальных трансформаций. – Пенза: ПГСХА, МНИЦ, 2011. – Ч. 2. – С. 104–105.

Рецензенты:

Савельев Валерий Владимирович, д-р техн. наук, профессор, кафедра «Строительное производство», Чебоксарский политехнический институт (филиал) МГОУ им. В. С. Черномырдина, г.Чебоксары.

Салихов Мухаммет Габдулхаевич, д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой АД, Поволжский государственный технологический университет, г. Йошкар-Ола.