



## ИЗМЕНЕНИЕ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ЗАБИВНЫХ СВАЙ ВО ВРЕМЕНИ НА ОТКРЫТЫХ ПЛОЩАДКАХ И НАГРУЖЕННЫХ КОНСТРУКЦИЯМИ

**В. Н. ПАРАМОНОВ** – д-р техн. наук, профессор ПГУПС, г. Санкт-Петербург.

**Т. А. ДУНАЕВСКАЯ** – ЗАО «НПО «Геореконструкция-Фундаментпроект», г. Санкт-Петербург.

Приведены результаты испытаний забивных свай на ряде строительных объектов Санкт-Петербурга после их «отдыха», исчисляемого годами. Показано, что определяющим фактором, влияющим на увеличение несущей способности, является не время, а нагрузка, которую испытывала свая.

### ВВЕДЕНИЕ

С постсоветского периода в России остались большие объемы незавершенного строительства. Восстановление экономики страны в настоящее время делает инвестиционно привлекательным завершение строительства этих объектов с использованием возведенных конструкций. В связи с этим весьма актуальной является оценка изменения несущей способности свайных фундаментов по грунту. Этот же вопрос возникает при реконструкции зданий, возведенных на свайных фундаментах. В ряде работ [1, 2] отмечается увеличение несущей способности свай во времени.

К настоящему времени появились дополнительные сведения об испытаниях свай в Санкт-Петербурге после «длительного отдыха», исчисляемого годами и десятилетиями. Рассмотрим результаты испытаний свай на ряде таких площадок.

### 1. ИЗМЕНЕНИЕ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ СВАЙ НА ПЛОЩАДКАХ, НЕ НАГРУЖЕННЫХ КОНСТРУКЦИЯМИ

В работе одного из авторов данной статьи выполнен анализ результатов испытаний ненагруженных свай под зданием на Московском шоссе в Санкт-Петербурге через 18 лет

после их устройства (рис. 1, 2). На основании результатов испытаний были сделаны следующие выводы:

1. Устройство свайного поля из забивных свай приводит к нарушению природной структуры глинистых грунтов и, соответственно, к снижению несущей способности свай по сравнению с одиночной сваей примерно на 20...30%.

2. Длительный «отдых» забивных свай приводит к восстановлению природной структуры грунта и увеличению несущей способности свай (до двукратного значения в течение 18 лет по отношению к несущей способности свай после их массовой забивки).

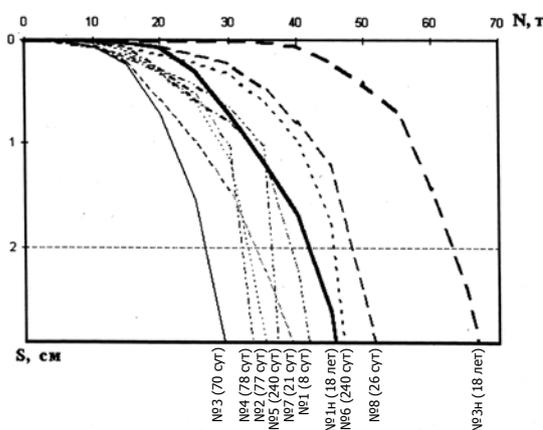


Рис. 1. Результаты статических испытаний свай:  
№1 (8 сут) – номер сваи, испытанной в 1979 г.  
(в скобках – время «отдыха» сваи);  
№1н – сваи, испытанные в 1997 г.

© В. Н. Парамонов, Т. А. Дунаевская, 2004

Internet: [www.georec.spb.ru](http://www.georec.spb.ru)

В связи с данными об испытаниях свай на другой площадке второй вывод, возможно, является спорным.

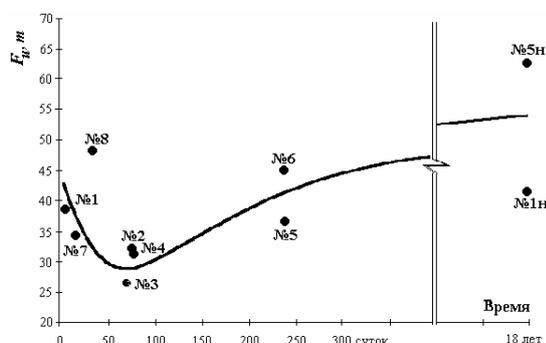


Рис. 2. Зависимость предельного сопротивления  $F_u$  от времени «отдыха» свай

На площадке строительства нового здания Российской Национальной библиотеки на Московском пр. в Санкт-Петербурге в 1986 г. под первую очередь строительства было устроено свайное поле. Частично сваи были погружены и под вторую очередь. Дополнительное свайное поле под вторую очередь устраивалось в 1997 г., тогда же были проведены испытания двух свай дополнительного свайного поля. Отметим, что при погружении свай отмечался выпор ранее погруженных свай. В 2003 г. было решено на существующем свайном поле возвести здание второй очереди строительства. Перед проектированием выполнялось испытание свай, погруженных в 1986 и 1997 гг. Таким образом, на настоящей площадке имеется возможность оценить изменение несущей способности свай через 6 и 17 лет после погружения.

Поскольку в ряде дальнейших рассмотренных случаев срыва не достигалось, для унификации несущую способность свай будем оценивать по нагрузке, при которой осадка сваи составляет 2 см.

Результаты испытаний показали, что сваи, погруженные в 1997 г. (рис. 3), получили выпор от соседних свай. Поэтому при первичном нагружении первая свая получила осадку 2 см при нагрузке 40 т, вторая – при нагрузке 22 т. В связи с этим было предпринято повторное испытание свай, в результате которого дополнительная осадка (2 см) достигнута при нагрузке 120 т.

Теперь сравним результаты испытаний свай, проведенных в 2003 г. (рис. 4).

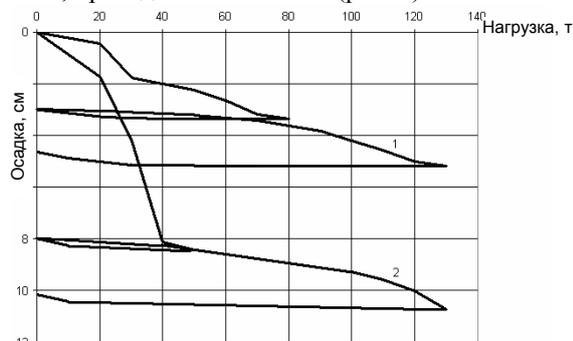


Рис. 3. Испытания свай после погружения

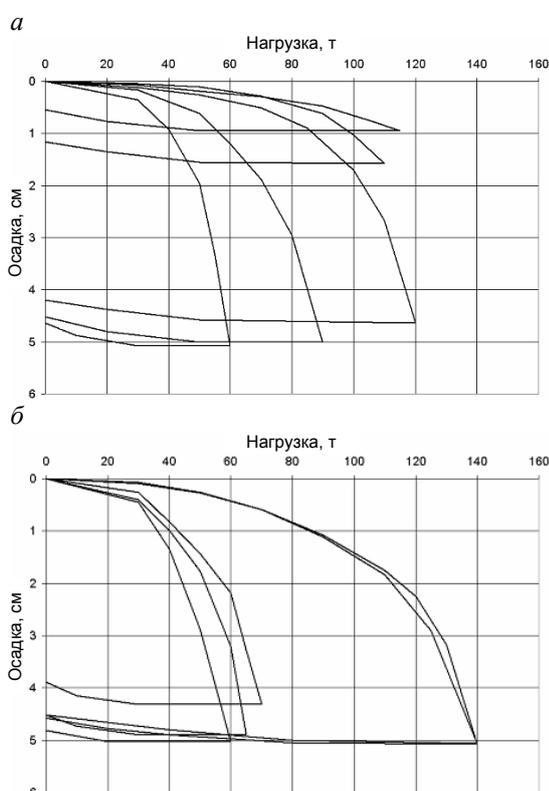


Рис. 4. Результаты испытания свай:  
а – через 6 лет после погружения;  
б – через 17 лет после погружения

Через 6 лет после погружения предельное сопротивление свай составило 44...115 т, через 17 лет – 50...145 т. На графиках «нагрузка–осадка» четко видно, что предельное сопротивление свай, получивших выпор, существенно меньше предельного сопротивле-

ния свай, погруженных без выпора, причем увеличения предельного сопротивления свай во времени явно не отмечается. Теперь покажем результаты испытаний на шкале времени (рис. 5). Если за несущую способность свай принимать минимальное значение предельного сопротивления, полученного из испытаний, то после погружения несущая способность должна быть принята равной 22 т, через 6 лет – 44 т, через 17 лет – 50 т. Однако явную зависимость роста несущей способности свай от времени найти достаточно проблематично как для свай, получивших выпор, так и для свай, погруженных без выпора. Таким образом, само по себе время «отдыха» свай не является показателем роста ее несущей способности. Теперь оценим результаты испытаний свай, которые уже были нагружены весом конструкций.

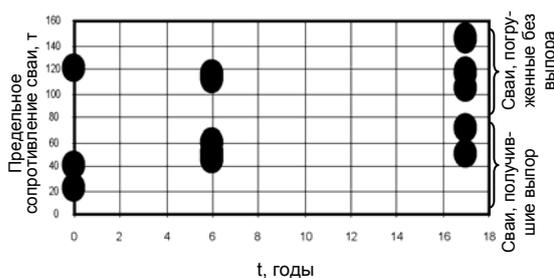


Рис. 5. Предельное сопротивление свай, определенное через разные промежутки времени после «отдыха»

## 2. ИЗМЕНЕНИЕ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ СВАЙ, НАГРУЖЕННЫХ КОНСТРУКЦИЯМИ

Реконструируемый дом по Левашовскому пр. представлял собой 4-этажное каркасное промышленное здание с шагом колонн 6х6 м. Предполагалась надстройка здания до 8 этажей. Здание возведено в 1970-х гг. Проектные материалы отсутствовали. Здание возведено на забивных сваях сечением 35х35 см. По результатам исследований ITS-методом, длина свай варьирует от 8,5 до 11,5 м. Для оценки несущей способности были вырублены из ростверка и испытаны две сваи. Исходя из количества свай в свайных кустах ориентировочная несущая способность свай при проектировании свайного поля под 4-этажное зда-

ние должна была составлять порядка 50 т. При испытаниях в 2003 г. нагрузка на сваи была доведена до 75 т, при этом осадка свай составила не более 0,6 мм (рис. 6). Фактическая же несущая способность свай не была установлена.



Рис. 6. Результаты испытания двух свай в конструкции через 30 лет

На следующем объекте (пл. Конституции) строительство было прекращено в 1993 г. Сваи сечением 40х40 см, длиной 15 м были погружены в 1987 г. Здание – каркасное, 7-этажное. Имеется информация об испытаниях двух свай сечением 40х40 см длиной 16 м на этой площадке в 1969 г. (рис. 7).



Рис. 7. Результаты испытания двух свай в 1969 г.

Перед устройством свайного поля в 1986 г. были проведены испытания свай длиной 18 м, сечением 35х35 см (рис. 8).

При испытании свай, просуществовавшей в конструкции с 1986 по 2003 г. (17 лет), нагрузка доводилась до 150 т, при этом осадка свай составила не более 0,5 мм (рис. 8). Фактическая же несущая способность свай не установлена.

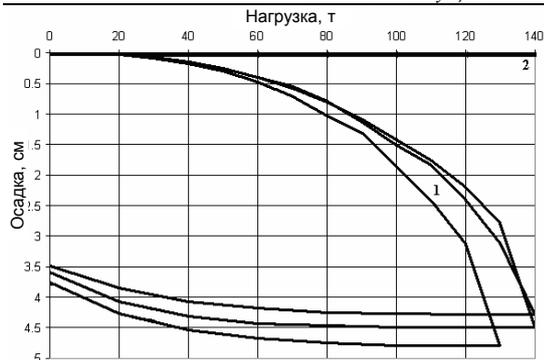


Рис. 8. Результаты испытания свай в 1986 г. (1) и свай в конструкции в 2003 г. (2)

Рассмотрим еще один пример. В мае 2002 г. под здание торгового центра на Сенной пл. было устроено свайное поле из свай сечением 35x35 см, длиной 22 м, возведен каркас здания. После устройства свайного поля выполнены статические испытания свай, по результатам которых несущая способность составила порядка 120 т (рис. 9).



Рис. 9. Результаты испытания свай после погружения (1, 2) и после работы в основании конструкций через 1,5 года (3, 4)

Затем было принято решение об изменении конструктивной схемы здания с увеличением этажности. Для оценки достаточности несущей способности свай в ноябре 2003 г., т. е. через полтора года после погружения, были проведены статические испытания свай в конструкции. Сваи были нагружены до максимальной нагрузки 205 т, при этом осадка свай составила не более 1,3 см (см. рис. 9). Фактическая же несущая способность свай не была установлена. Таким образом, и в случае

относительно кратковременного «отдыха» свай, находящихся в конструкции, наблюдается увеличение несущей способности.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Само по себе время длительного «отдыха» свай не является очевидным фактором, влияющим на увеличение несущей способности свай. В то же время для свай, работающих в нагруженной конструкции, отмечается однозначное увеличение несущей способности по сравнению с одиночной. Это можно объяснить следующим:

1. Известно, что повторное нагружение свай вызывает меньшее приращение осадок, чем первичное нагружение (см., например, рис. 3). В процессе погружения свай в свайном поле часто наблюдается выпор ранее погруженных свай, в связи с чем под острием сваи грунт имеет более низкие механические характеристики, чем природный. Первичное нагружение сваи приводит к уплотнению или выдавливанию этого прослойка и погружению острия сваи до природного слоя грунта. Если свая не получила выпора, первичное нагружение вызовет уплотнение слоя грунта под острием. В связи с этим повторное нагружение производится в грунте с более высокими механическими характеристиками. Испытания же свай в конструкциях и представляют собой повторное нагружение, причем в течение более длительного времени первичного нагружения, когда реализуются осадка сваи и уплотнение грунта, большие, чем при относительно кратковременных статических испытаниях.

2. При нагружении основания весом здания в нем создается напряженное состояние, вызывающее увеличение горизонтальных напряжений на боковую поверхность свай по сравнению с природными горизонтальными напряжениями и приводящее к увеличению сил трения по боковой поверхности.

Проблема прогноза изменения несущей способности свай, испытывавших внешнюю нагрузку в течение длительного времени, остается открытой и актуальной и требует проведения специальных исследований. Не исключено, что в процессе исследований окажется, что отпадает необходимость оценки

несущей способности таких свай и проектирование оснований сооружений при изменении нагрузок следует выполнять только по второй группе предельных состояний.

#### **Список литературы**

1. *Бартоломей А. А., Омельчак И. М., Юшков Б. С.* Прогноз осадок свайных фундаментов / Под ред. А. А. Бартоломея. М.: Стройиздат, 1994. 384 с.

2. *Парамонов В. Н., Тихомирова Л. К.* Изменение несущей способности забивных свай во времени // Реконструкция городов и геотехническое строительство. 2000. №1. С. 127–131.