

Федеральное агентство по образованию
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Санкт-Петербургский государственный политехнический университет»
Инженерно-строительный факультет

Кафедра «Технология, организация и экономика строительства»

www.stroikafedra.spb.ru

Ватин Николай Иванович, Булатов Георгий Яковлевич

Новая технология возведения фундаментов («Свая в трубе»)

Санкт-Петербург
2007

НОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ВОЗВЕДЕНИЯ ФУНДАМЕНТОВ

(«СВАЯ В ТРУБЕ»)

Данное предложение относится к области строительства, в частности, к возведению свайных фундаментов, преимущественно для высотного строительства, конкретно к применению стальных трубчатых свай, погружаемых с открытым нижним концом в слабые грунты, характерные для условий промышленно-гражданского строительства Санкт-Петербурга. В настоящее время здесь применяются только железобетонные призматические сваи. В строительстве Большого Морского порта Санкт-Петербурга используют преимущественно стальные трубчатые сваи диаметром до 1420 мм и длиной до 30 и более метров [1, 2, 3], которые характеризуются высокой несущей способностью, но при этом достаточно дороги. Железобетонные сваи – экономичны, но их несущая способность невысока. Здесь уместно будет отметить, что есть примеры возведения высотных зданий в Китае, например 88-этажная башня Джин Мао высотой 420 м, построенная в 1988 году, фундаментная плита которой из железобетона толщиной 4 метра базируется на 429 стальных трубосваях, которые уходили на глубину 65 метров в илистую почву.

Технической задачей предложения было желание объединить преимущества того и другого вида свай. Один из вариантов такого объединения рассмотрен ниже.

В предложенном способе погружают в грунт стальную трубчатую сваю с открытым нижним концом и возводят ростверк, причём, после погружения трубчатой сваи, в образовавшееся внутри её полости грунтовое ядро вводят продольные перегородки, а в грунтовые ячейки между перегородками и стенками сваи вводят дополнительные объёмы материалов и подают дополнительную энергию, преимущественно в нижнюю часть ядра, чем упрочняют грунтовое ядро, создают дополнительные радиальные сжимающие напряжения в грунте ядра, обеспечивают дополнительное трение и сцепление его со стенками сваи и превращают её в квазимонолитный фундамент глубокого заложения.

Сущность предложения поясняется чертежами. Устройство на рис. 1 и 2 содержит ростверк 1 на бетонной подготовке толщиной S_0 , опирающийся на трубчатую сваю 2 и грунтовое ядро 3, в которое погружены дополнительные внутренние сваи: например, свая 4 с продольными лопастями 5 и монолитные сваи 6 и 7. На рис. 3, 4 дополнительная свая 8 снабжена утолщением в виде нескольких

соединенных с ней патрубков 9, которые одновременно служат и направляющими.

Способ и устройство фундамента на трубосваях

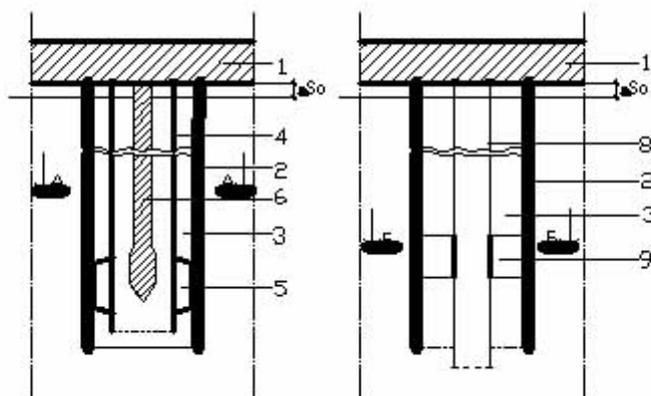


Рис. 1

Рис. 3

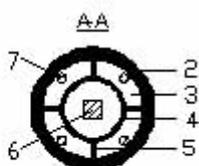


Рис. 2

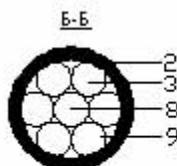


Рис. 4

В качестве дополнительных внутренних свай 4, 6, 7 и 8 могут быть применены как призматические, так и клиновые; как монолитные, так и трубчатые сваи; как набивные, так и инъекционные, в том числе с уширениями и утолщениями, винтовые, включая их комбинации, а также термосваи и др., т.е. сваи любого рода и конфигурации.

В качестве материалов могут быть использованы твердые (все типы свай и др. устройства), сыпучие (грунтовые, бетонные, порошковые и др.), жидкие (расширяющиеся цементные растворы и др. закрепляющие составы), газообразные (воздух, закрепляющие смеси), причем текучие материалы могут быть применены в оболочках.

В качестве энергии можно использовать тепловую и электрическую для обжига, плавления, замораживания и электрохимического закрепления грунтов ядра в полости трубчатой сваи, чем обеспечивают упрочнение и сцепление ядра со стенками сваи и исключают возможность проталкивания ядра вверх при осадке сваи под воздействием сжимающих нагрузок, передаваемых от ростверка.

Рассмотрим работу предлагаемого способа, используя рис. 1 и 2.

При погружении трубчатой сваи 2 в её полость входит грунт в виде ядра 3 цилиндрической формы, поскольку свая легко прорезает толщу

грунта основания своими тонкими стенками. При этом несущая способность её по грунту будет малой. Для повышения эффективности трубчатой сваи 2 в грунтовое ядро 3 погружают вторую трубчатую сваю 4, усиленную лопастями 5, и тем самым упрочняют грунтовое ядро. Трение грунта в узких ячейках между трубами 2 и 4 тормозит его проталкивание вверх и повышает несущую способность устройства.

Дополнительно грунтовое ядро внутри трубы 4 закрепляют погружением дополнительной сваи второго порядка, например монолитной сваи 6 (рис. 1 и 2). Для закрепления ядра в ячейках между трубчатой сваей 2 и трубчатой сваей 4 с лопастями 5 в ячейки погружают дополнительные сваи третьего порядка, например, монолитные сваи 7. И в этом случае трубчатая свая 2 будет работать как монолитный фундамент глубокого заложения, поскольку весь грунт ядра будет заклинен в узком зазоре между трубами 2 и 4 и напряжен сжатием в радиальном направлении, при введении сваи 6 в грунтовое ядро трубы 4.

Устройство на рис 3 и 4 работает следующим образом. Дополнительная свая 8 и её трубчатое утолщение в виде патрубков 9 выполняют роль перегородок и расчленяют грунтовое ядро 3 в поперечном сечении на отдельные ячейки, грунт в которых «самозапирается» за счет сил трения и сцепления со стенками патрубков 9 и тем препятствует его проталкиванию вверх. Для повышения эффекта самозапираания грунта патрубки могут быть выполнены изогнутыми по винтовой линии. В этом случае утолщение выполняет роль плиты, перекрывающей поперечное сечение грунтового ядра 3 и тем самым омоноличивающей его с трубчатой сваей 2.

Вариантом устройства перегородок может быть их выполнение в виде шпунтовых стенок.

Параметры всех свай обосновываются соответствующими расчетами и уточняются на основе результатов натурных испытаний.

Отметим следующие преимущества предлагаемых технических решений:

— они сочетают в себе положительные свойства двух типов свай (стальные трубчатые и железобетонные монолитные) и уменьшают их отрицательные свойства, за счёт того, что трубчатая свая будет работать как фундамент глубокого заложения с площадью опирания на грунт, равной площади сечения “брутто” трубчатой сваи. Несущая же способность такого фундамента по материалу будет складываться из несущей способности стали и железобетона;

— они позволяют создать фундамент с высокой несущей способностью с помощью обычных строительных средств;

— погружение внутренних дополнительных свай позволяет управлять степенью упрочнения грунтового ядра в процессе возведения трубчатых свай путем изменения числа дополнительных свай, их диаметра и глубины погружения;

— способ относится к щадящим окружающую среду технологиям, поскольку предусматривается лишь погружение тонкостенных (режущих) трубчатых свай. Погружение элементов сваи производится поэтапно, а влияние динамики погружения внутренних дополнительных свай при этом локализуется грунтовым ядром внутри трубчатой сваи. При этом внутренние сваи имеют и относительно меньшие параметры и соответственно меньшую динамику их погружения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Крамаренко А.В. Особенности работы свай кольцевого сечения в процессе их осевого статического нагружения // Сб. научн. тр. ОАО “Ленморниипроект” - СПб. 2000. С 114-122.

2. Долинский А.А., Зайончковский В.И., Николаевский М.Ю., Рябинин А.В. Нетрадиционные конструкции фундаментов портовых складов, возведенных на слабых илистых грунтах прибрежно-морских отложений // Сб. научн. тр. Под ред. И.И. Сулейманова. К 120-летию ОАО “Ленморниипроект”.- СПб.: Судостроение, 2005. С.324-330.

3. Гожа В.И., Наймарк О.С. Глубоководный причал комбинированной конструкции из стальных элементов. Там же. С.192-197.