

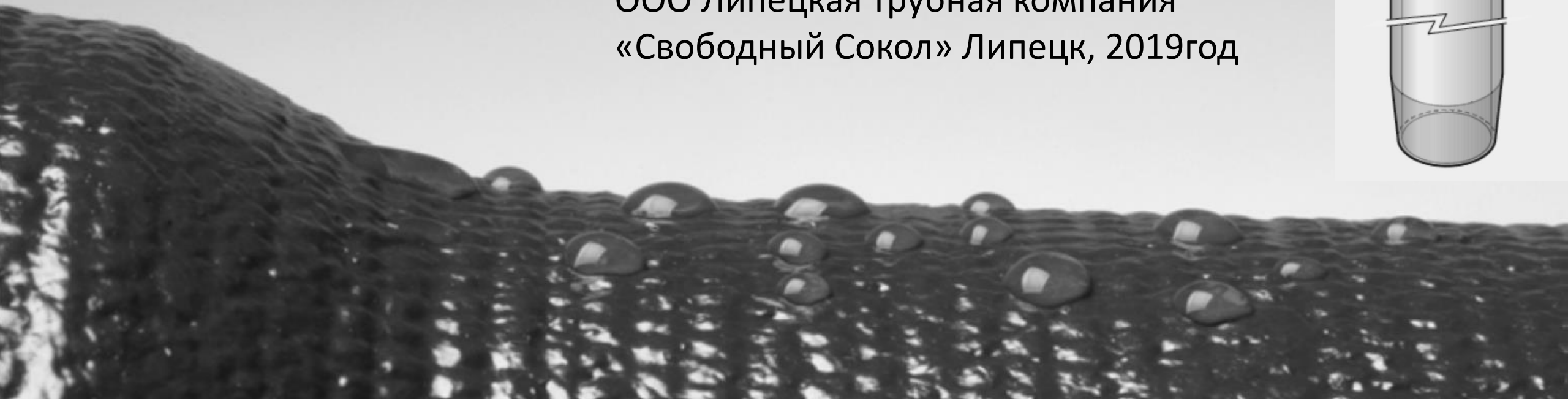
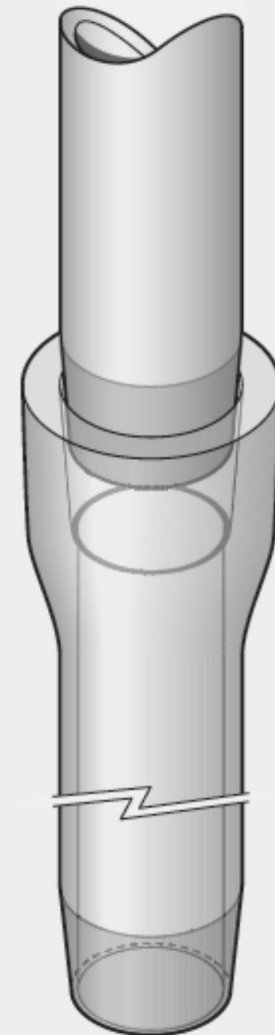


**СВАИ из**

**Высокопрочного  
Чугуна с  
Шаровидным  
Графитом**

*Зарубежный опыт*

ООО Липецкая трубная компания  
«Свободный Сокол» Липецк, 2019год



# Материал



Серый чугун



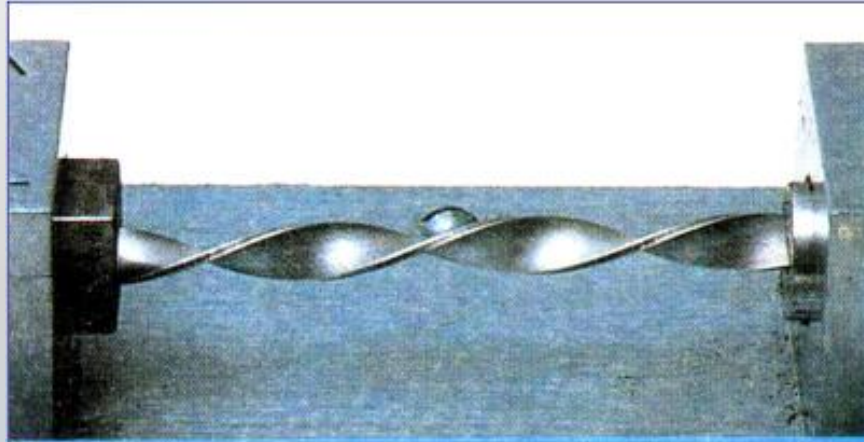
ВЧШГ



## Преимущества:

- ✓ **долговечность**
- ✓ **устойчивость к ударам**
  - растяжению
  - сжатию
  - высокому давлению
  - коррозии
- ✓ **никаких отходов** – отрезанные части используются полностью

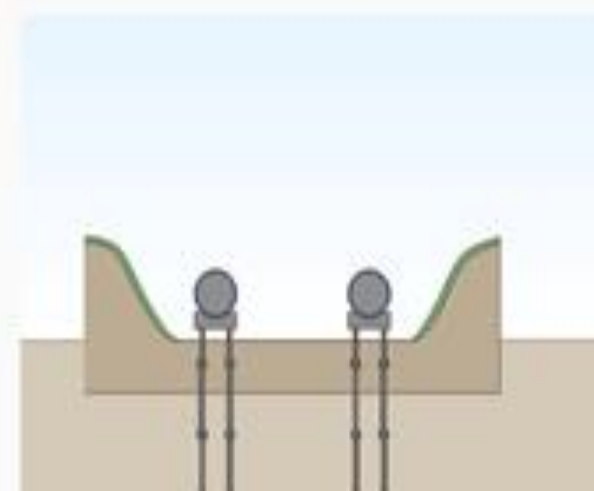
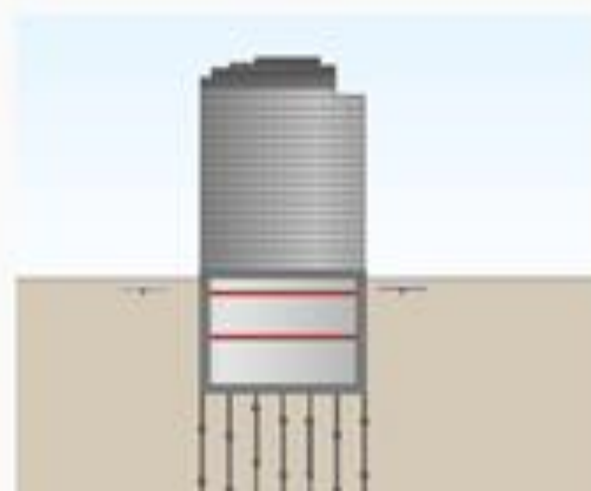
# Механические свойства ВЧШГ



Предел прочности при растяжении	>420 N/mm <sup>2</sup>
Удлинение при разрыве	>10%
Твёрдость по Бринеллю	<230 HB
Предел текучести при растяжении	>300 N/mm <sup>2</sup>
Прочность на сжатие	700 N/mm <sup>2</sup>
Коэффициент упругости	164000 - 176000 N/mm <sup>2</sup>
Плотность	7050 kg/m <sup>3</sup>
Химический состав:	
C	3.7 - 4.1%
Si	1,7 - 2,3%
Mn	> 0.5%
P	> 0.1%
S	> 0.015%
Mg	0.03 - 0.05%



# Область применения



# Область применения



# Технологичность и простота монтажа



# Сваи из ВЧШГ

## КОНСТРУКЦИЯ

### Специальный раструб:

ударопрочность и значительная забивная поверхность

### Гладкий конец 1-й сваи оснащается:

конический наконечник (справа) для твёрдых грунтов  
наконечник для применения бетона (в слабых грунтах)



### Конический раструб:

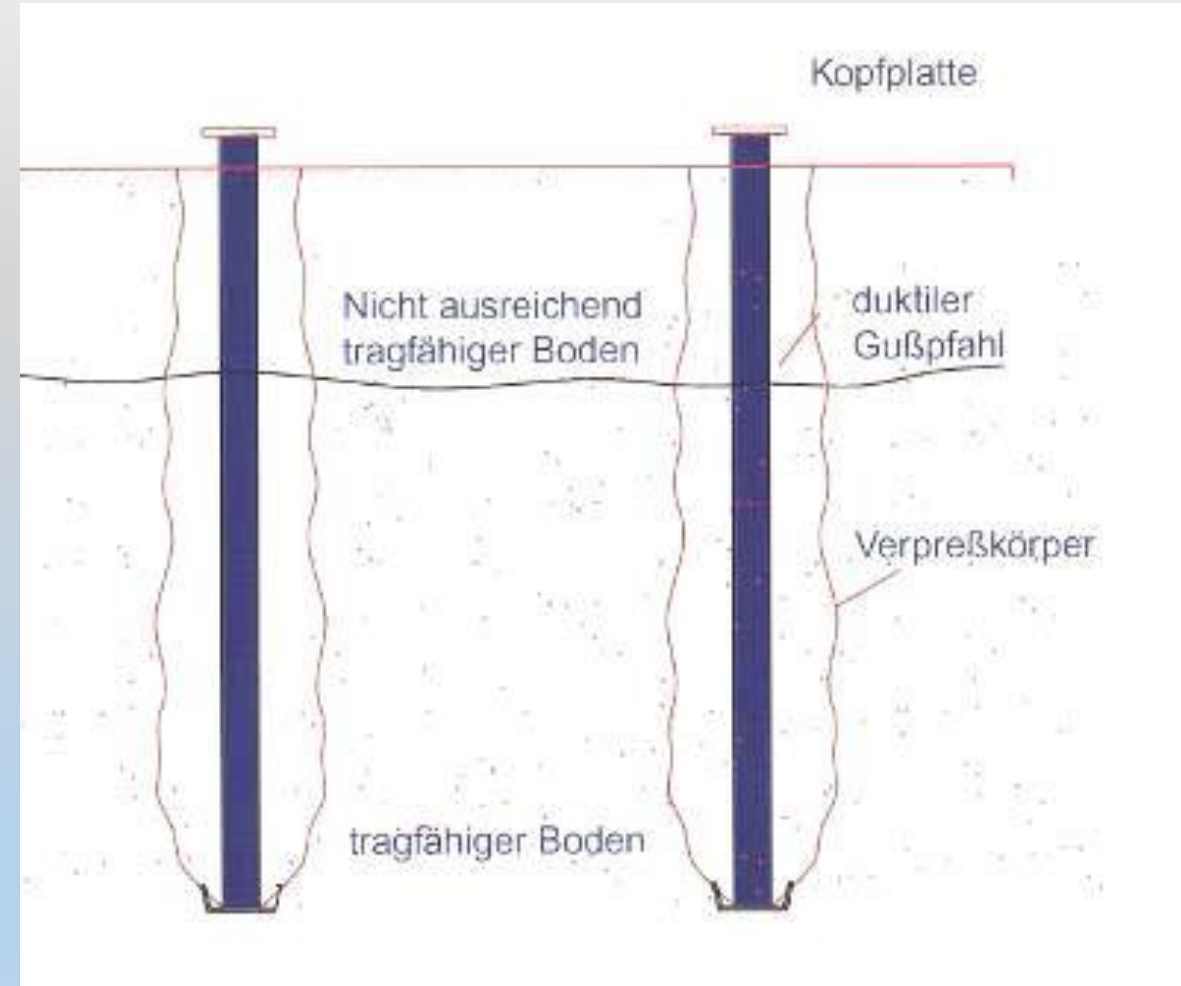
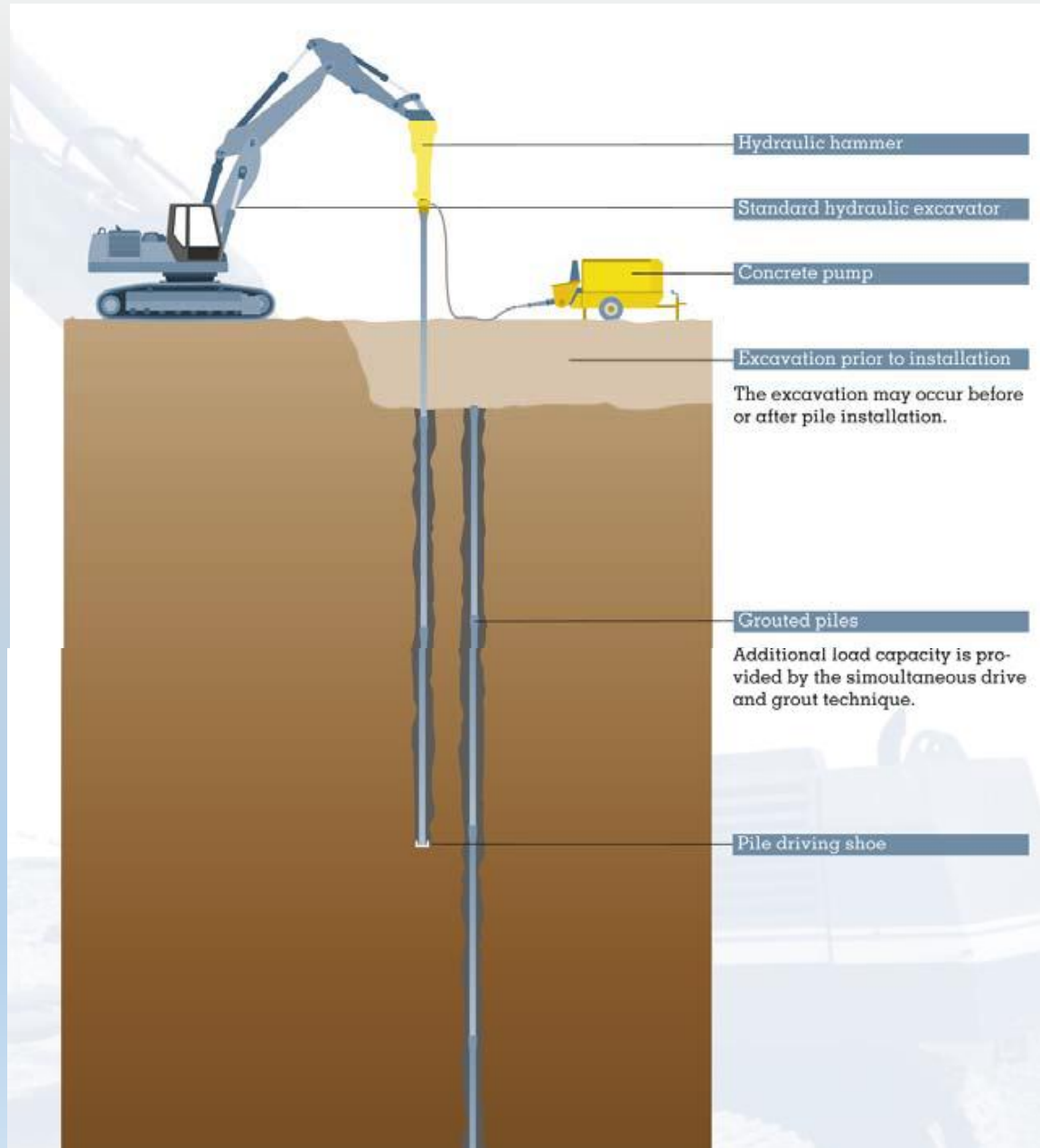
направление сваи  
прочность на растяжение и изгиб  
эффект прессовой посадки двух свай

### Внутренний заплечик:

упор для верхней сваи  
повторяющиеся ударные нагрузки



# Забивка с применением бетона





# Сваи из ВЧШГ

- **Промышленная продукция для строительства**, забивная свая, погружаемая в грунт при помощи гидравлического молота с адаптером.
- **Удобная, технологичная, быстрая сборка**: специальный конический раструб одной сваи и гладкий конец другой сваи.
- **ВЧШГ гарантировано выдерживает**: энергию удара забивки (7500Дж), обжатие грунтом, несущие нагрузки, обеспечивает долговечность работы в грунтах за счёт высокой коррозионной стойкости.
- **Надёжные и долговечные фундаменты**: полученная конструкция жёсткая, с надёжным соединением, на требуемой глубине. Применение бетона для заполнения внутри и затрубного пространства свай существенно повышает эффективность фундамента.
- **Широкая номенклатура**: 2 диаметра и 3 толщины свай, забивные наконечники адаптируется для типа грунта и введения бетона.
- **Соответствуют** геотехническим требованиям, сочетая эффекты трения и уплотнения, создавая долговременное и эффективное усиление грунтов вокруг свай.

# Технические характеристики свай из ВЧШГ

Тип трубы			Вес трубы	Сечение	Предел		Нагрузки		Момент сопротивления	Момент инерции
Ø	e	Длина		S	Разрушения	Текучности	Разрушения	Текучности		
мм	мм	м	кг	мм <sup>2</sup>	Н/мм <sup>2</sup>	Н/мм <sup>2</sup>	кН	кН	см <sup>3</sup>	см <sup>4</sup>
<b>118</b>	7,5	5,9	122,0	2604	420	300	1093	781	68	<b>399</b>
<b>118</b>	9,0	5,9	142,4	3082	420	300	1294	925	78	<b>461</b>
<b>118</b>	10,6	5,9	163,3	3576	420	300	1502	1073	88	<b>521</b>
<b>170</b>	9,0	5,9	219,0	4552	420	300	1912	1366	174	<b>1480</b>
<b>170</b>	10,6	5,9	250,9	5308	420	300	2229	1592	199	<b>1693</b>

# Коррозионная стойкость



Figure 1: Picture of Samples prior to Testing

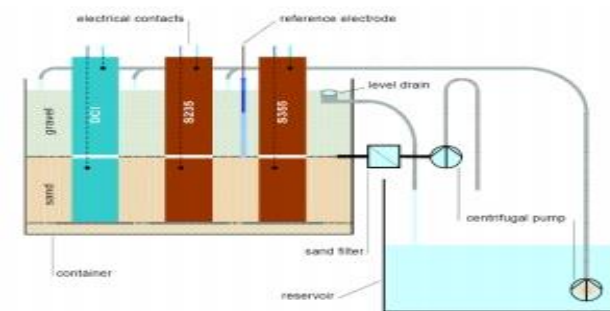


Figure 2: Schematic of Test Setup



В качестве примера можно привести результаты исследований, проведённых специалистами Венского технологического университета на коррозионную стойкость стальных и чугунных образцов свай (Linhardt and Ball, 2014).

Образцы были помещены на 440 дней в контейнер заполненный в нижней части песком, а в верхней - мелким гравием и залитым электролитом (деионизированная вода и растворённые соли) через который пропускался слабый ток.

Такая среда в нижней части контейнера моделирует застойную, малосодержащую кислорода среду характерную для нижних секций свай, в то время как верхняя часть (гравий) характеризуется более высоким содержанием кислорода и имитирует верхние секции свай.

# Коррозионная стойкость



Figure 4: Picture of Samples after Testing (pre-cleaning)



Figure 5: Picture of Samples after Testing (post-cleaning)

После выемки образцов отчётливо видно, что стальные были подвержены питтинговой коррозии в значительной большей степени, чем из ВЧШГ. Это обусловлено, в первую очередь, отсутствием защитной окисло-карбидной пленки на поверхности стальных свай, в то время как на чугунном образце наблюдались отдельные точечные очаги питтинговой коррозии.

# Коррозионная стойкость

Категория	Грунт	Уменьшение толщины в мм/год, период воздействия			
		25 лет	50 лет	75 лет	100 лет
1	Местный грунт слабоагрессивный	0,010	0,006	0,005	0,004
2	Местный грунт или засыпка средней агрессивности	0,040	0,024	0,018	0,016
3	Местный грунт или засыпка агрессивная	0,100	0,060	0,045	0,040
4	Местный грунт сильно агрессивный. Морская вода или солончак	Не применяется			

Уменьшение толщины в мм согласно периоду эксплуатации				
--	--	--	--	--

Грунты	25 лет	50 лет	75 лет	100 лет
Грунты или засыпка со слабой коррозионной активностью	0,25	0,60	0,70	0,80
Грунты или засыпка со средней коррозионной активностью	1,00	1,60	2,00	2,50
Грунты или засыпка с высокой коррозионной активностью	2,50	4,00	5,00	6,00

# Сравнительная скорость коррозии чугуна - сталь

Тип (марка) материала	Средняя скорость коррозии, мм/год
Сталь с внутренним антикоррозионным покрытием на основе краски ПЭП-585	0,090 – 0,102
Сталь 20КТ без покрытий	0,507 – 0,777
<b>Высокопрочный чугун с шаровидным графитом (ВЧШГ) без покрытий</b>	<b>0,030 – 0,050</b>

# Случаи горизонтальных нагрузок и поведение при сейсмических нагрузках

Случаи горизонтальных нагрузок	Поведение при сейсмических нагрузках
 <p>Напряжения изгиба, порождаемые боковыми усилиями, воспринимается только дополнительной металлической арматурой. Труба из ВЧШГ не принимается во внимание при расчёте на изгиб.</p> <p>Дополнительная арматура (например труба) с центраторами, установленная в свае на всю высоту, подвергается изгибу.</p>	 <p>Правила PS-92 учитывают, что горизонтальные нагрузки воспринимаются совместно внутренним бетонным раствором и арматурным каркасом, помещённым в него.</p> <p>Затем конструкция рассматривается как железобетонная свая с диаметром равным внутреннему диаметру трубы из ВЧШГ.</p> <p>Размер арматурного каркаса рассчитывается в соответствии с правилами PS-92.</p>

# Величина несущей способности

В соответствии с нагрузками для свай,  
максимальная нагрузка не должна превышать 90% предела эластичности труб,  
либо следующие значения:

Сваи из ВЧШГ	Максимальные приложенные усилия к сваям во время испытаний нагрузок (без дополнительной арматуры)
Ø118 × 7,5 мм	700 кН
Ø118 × 9,0 мм	830 кН
Ø118 × 10,6 мм	965 кН
Ø170 × 9,0 мм	1 230 кН
Ø170 × 10,6 мм	1 430 кН



# Вибрация

Существует два допустимых показателя вибрации для забивки свай:

- 10 мм/сек – для обычных зданий или домашних конструкций.
- 5 мм/сек – для архитектурных памятников или зданий в аварийном состоянии

Стандарты BS 5228-4 и DIN 4150-3 имеют допустимые значения для работы рядом со зданиями.

Во всех случаях, зафиксированная максимальная колебательная скорость была **ниже допустимых значений** для каждого типа зданий, включая исторические здания.



# Буронабивные и забивные сваи из ВЧШГ

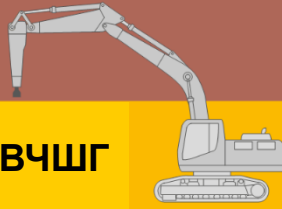
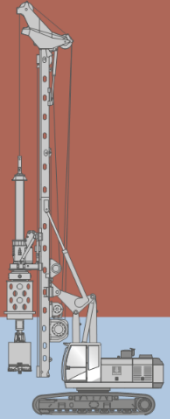

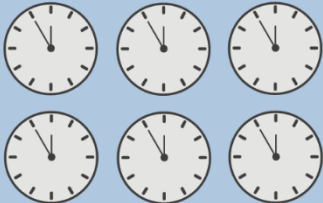



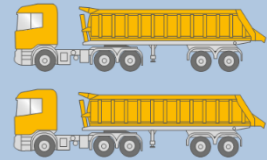
Экономичное и очень конкурентное решение...

## Быстрая установка забивных свай из ВЧШГ:

- свая и гидравлический молот с простым адаптером
- бригада из двух рабочих
- высокие темпы забивания свай, до 500 пог.м/день, согласно геологическим условиям

## Гибкость решений со сваями из ВЧШГ:

- идеальное решение для деликатных проектов, например, в центре города, для укрепления фундаментов внутри существующих зданий, в стесненных условиях и т.д.
- решение с забивными сваями из ВЧШГ оказывается более гибким и практичным, чем другие

	Сваи из ВЧШГ 	Буронабивные сваи 
Время монтажа		
Персонал		
Порода, вывоз		

# Оборудование

	Трубы Ø 118 мм	Трубы Ø 118 мм и Ø 170 мм
<b>Рекомендованная модель гидромолота</b>	Atlas Copco MB1700 (ex Krupp HM1000)	Atlas Copco MB1700 (ex Krupp HM1000)
<b>Частота</b>	320 ÷ 600 ударов/мин	280 ÷ 550 ударов/мин
<b>Масса</b>	1700 кг	2200 кг
<b>Давление использования</b>	160 ÷ 180 бар	160 ÷ 180 бар
<b>Расход масла</b>	130 ÷ 160 л/мин	140 ÷ 180 л/мин
<b>Экскаватор</b>	18 ÷ 34 т	26 ÷ 40 т

# Характеристики бетона

- Бетон должен подаваться под давлением на протяжении всего времени установки. Для этого должны быть соблюдены следующие характеристики:
- Гранулометрия 0÷4 мм
- Допустимая задержка 6 ÷ 8 часов
- Текучесть: жидкий ÷ очень жидкий (класс S4 или S5 согласно стандарту NF EN 206-1)
- Типовой состав для 1 м<sup>3</sup>:
- Песок 0 ÷ 4 мм ..... 1 533,00 кг
- Портландцемент 32,5 МПа ..... 550,00 кг
- Вода ..... 250,00 л
- Пластификатор ..... 0,10 кг
- Замедлитель
- Рекомендуется пластификатор UCR

Примеры применения свай из ВЧШГ

# Усиление фундамента с минимально возможной вибрацией для здания, стоящего рядом и стоящего на данном фундаменте

*Перепланировка одноэтажного торгового помещения, прилегающего к стоящему рядом одноэтажному зданию. Нагрузка на фундамент: 1-80 тонн на 0,3 м.*



## Геолого-технические условия

Состояние грунта: около 180 см от рыхлого до средней плотности илистого и рыхлого природного песка на глубине до 3 м.

Пробное бурение обнаружило до 60 см мягкого торфа.

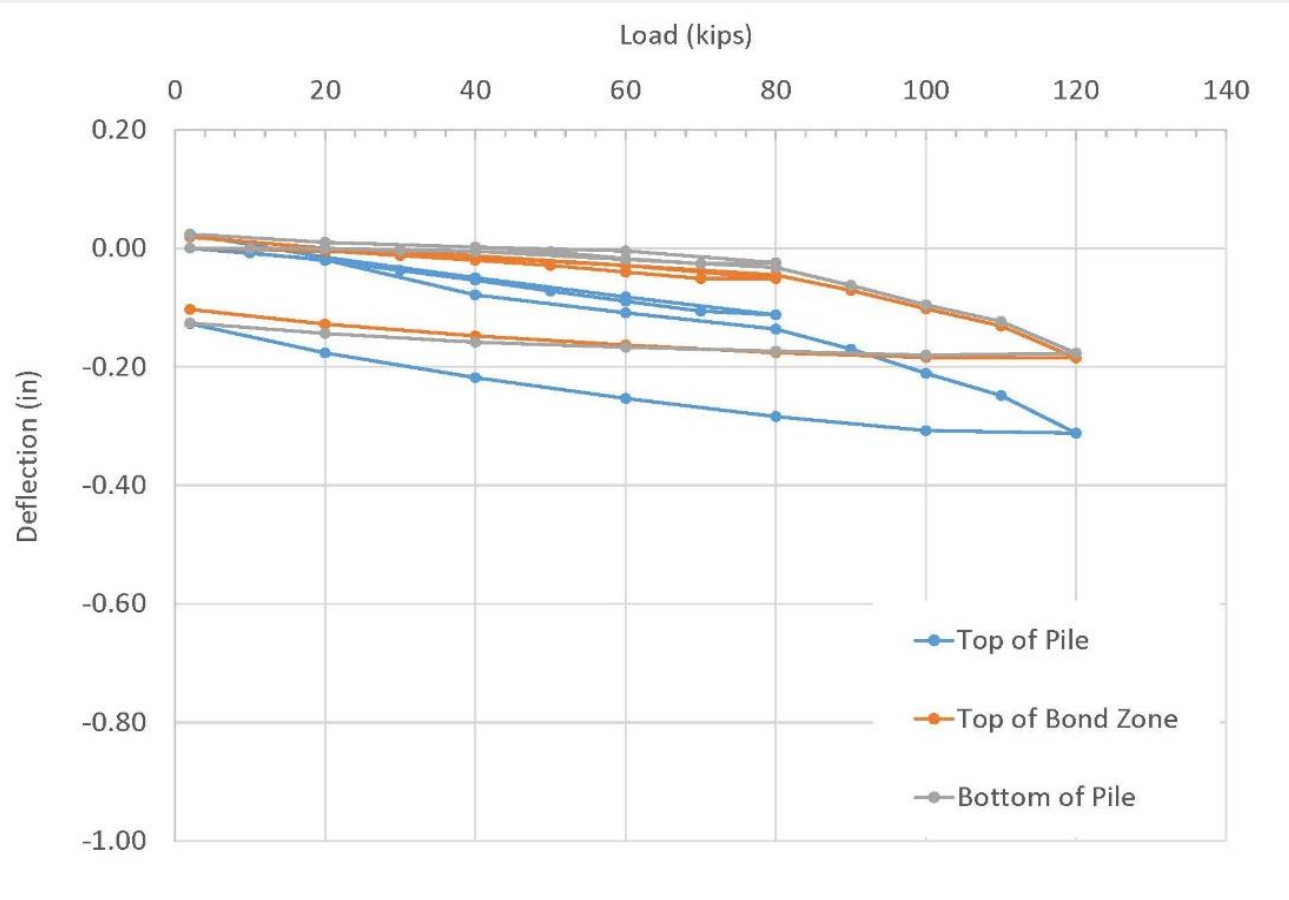
Грунтовая вода на глубине 2,7 ÷ 3 м.

**1й вариант** - винтовые сваи с нагрузкой до 12,5 т

**2й вариант** - сваи из ВЧШГ, с нагрузкой до 18 т при сокращении количества свай на 25%.

***Оба варианта были рассмотрены, выбраны сваи из ВЧШГ.***

# Усиление фундамента с минимально возможной вибрацией для здания, стоящего рядом и стоящего на данном фундаменте



- Установлено 39 свай из высокопрочного чугуна серии 118x7,5 мм в качестве висячих свай.
- Башмак 220 мм для создания зоны сцепления.
- Тест на нагрузку на пробной свае показал, что в рыхлой почве на глубине 10 м, растяжение было менее 0,3 см при нагрузке около 36т (200%).
- Повторный тест при нагрузке 55т (300%) – зафиксировал отклонение 0,78 см – отличный показатель для данных условий грунта.
- Постоянное отклонение после нагрузки в 300% было менее, чем 0,5 см.

- ✓ Установка свай закончилась через 3 дня.
- ✓ Мониторинг вибрации показал, что самый большой показатель был менее 0,5 см/сек.
- ✓ На близком расстоянии от здания.

# Обеспечение нагрузки и контроля для тяжелых очистных сооружений на твердой глине

*Для фабрики потребовался фундамент для нескольких тяжелых контейнеров для системы сточных вод. Данные емкости были 12 и 14,5 м глубины в непосредственной близости от основного здания фабрики.*



## Геолого-Технические условия:

Поверхностный слой грунта 4 м из песка средней плотности и суглинка.

За этим слоем слой очень твердой глины, глубины в 15 м.

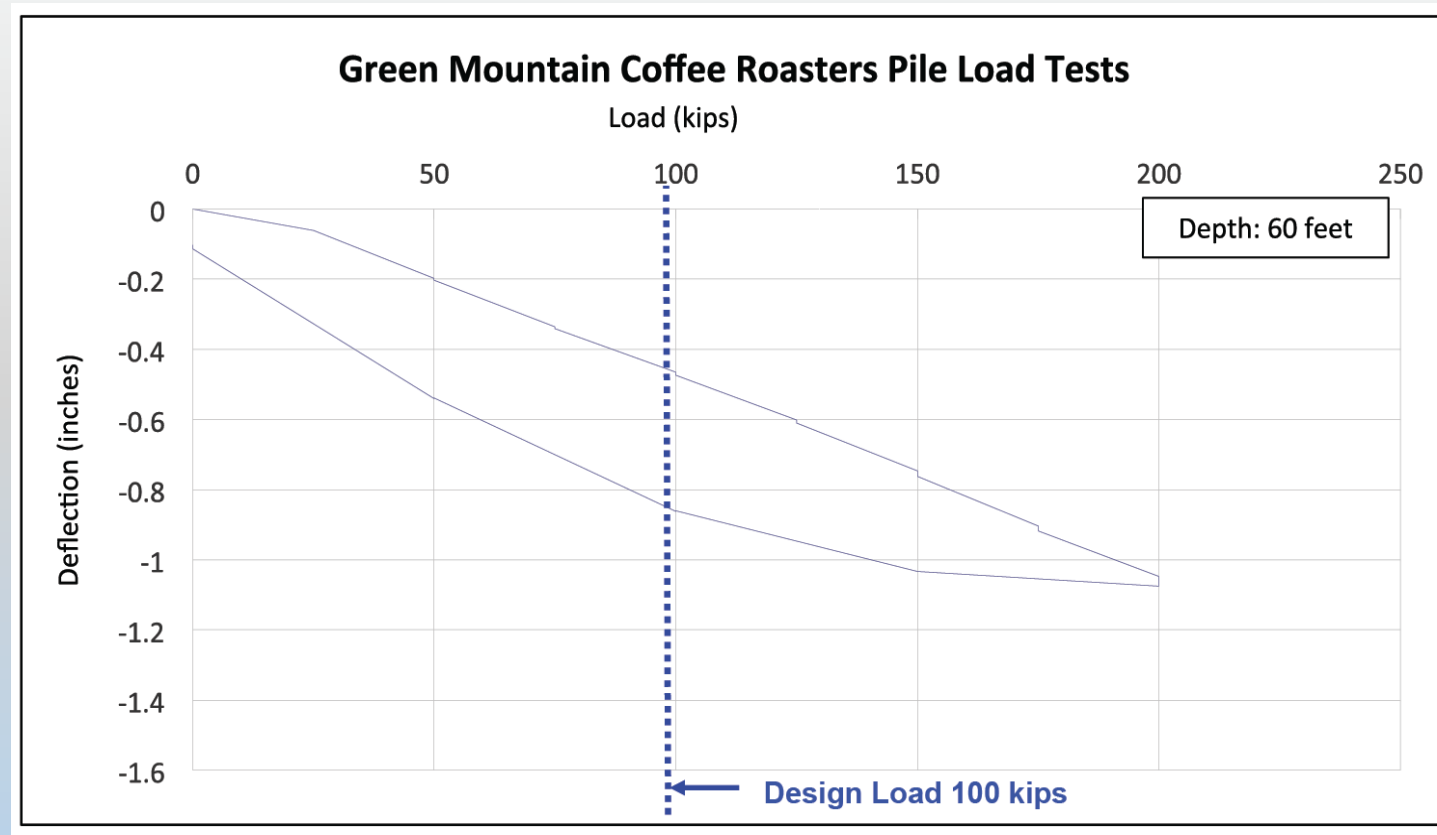
Под глиной слой глины ледникового происхождения на глубине 15 ÷ 18 м.

Также там была найдена грунтовая вода.

*Для фундамента были выбраны сваи из ВЧШГ с нагрузкой до 50т, с возможностью забить в глину ледникового происхождения на глубину 18 метров.*



# Обеспечение нагрузки и контроля для тяжелых очистных сооружений на твердой глине.



- ✓ Тест на нагрузку показал отклонения менее 1,27 см при нагрузке в 100%.
- ✓ Тест при нагрузке в 200% - отклонение слегка превысило 2,54 см.
- ✓ Результаты теста: даже после нагрузки в 90 т показатель отклонения свай не более 0,25 см (хорошо контролируемая отдача, что говорит об пластичности свай в грунте).

# Возведение опоры для тяжелого здания при глубоком и твердом слое грунта, при минимальном уровне вибрации в густонаселенном районе.

*Восстановление исторического парка FenWay потребовало возведения 5 этажного здания, расположенного по центру 3 этажной резиденции.*



## Геолого-Технические Условия:

Почва: 3 м рыхлого или песка средней плотности, за тем слой твердого торфа и органической глины до 6 м.

Дальше слой плотной глины, до глубины в 52 м, затем плотная порода

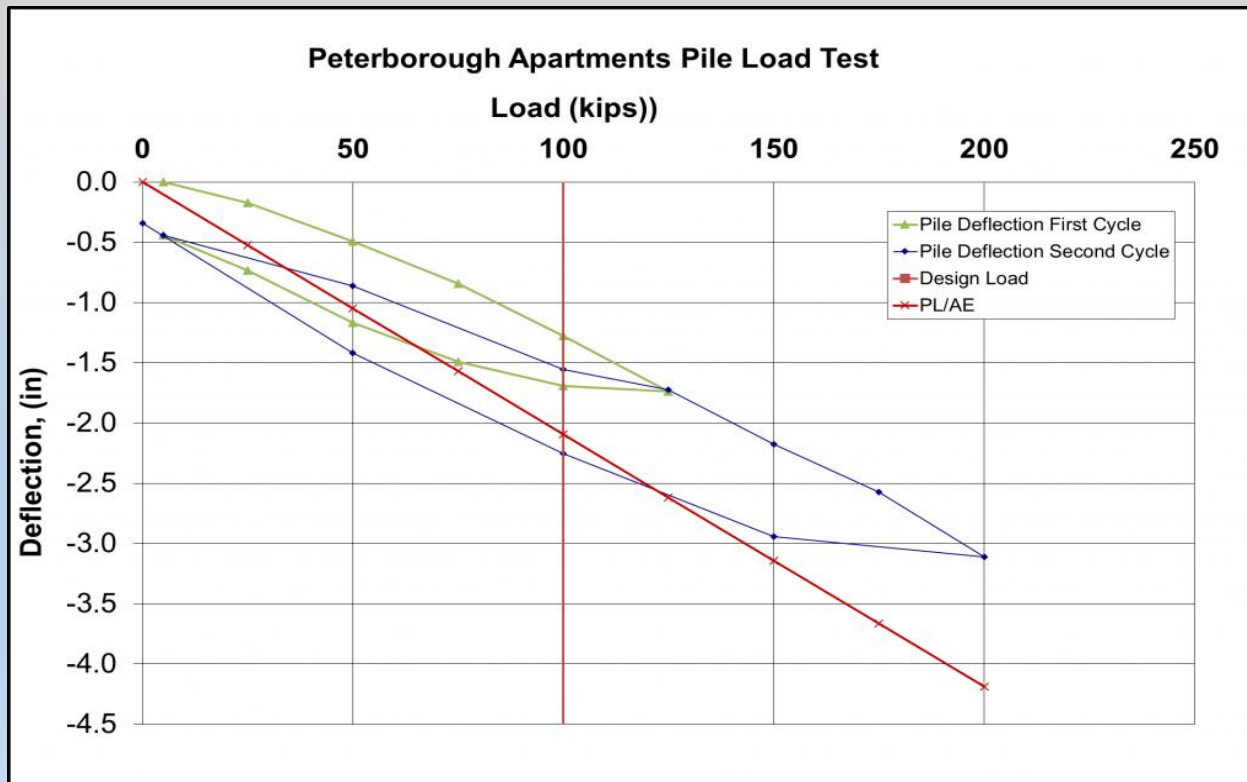
***Для нагрузок более 270 тонн необходим глубокий фундамент на участке с твердым грунтом.***

Проектировщики выбрали стальные сваи с нагрузкой 45 т. Высокий уровень вибрации, проблемы транспортировки длинных свай, а также дополнительные затраты на установку.

Сваи из ВЧШГ как более выгодные и быстрые с рабочей нагрузкой в 50 т смогли заменить стальные в пропорции 2:1.

## Возведение опоры для тяжелого здания при глубоком и твердом слое грунта, при минимальном уровне вибрации в густонаселенном районе.

До начала работ забили тестовую сваю с рабочей нагрузкой до 50 т в скальную породу на глубину 52 м для определения плотности грунта и затрат на вбивание сваи в скальную породу и определения возможной нагрузки. Тест показал, что сваи из высокопрочного чугуна при нагрузке в 50 т (100%) в данном типе грунта имели отклонение 3 см, а при нагрузке в 100 т (200%) показали, что пластичность материала сыграла свою роль и отклонение составило 7 см.



- ✓ Сваи забивались по 300 м в день и больше (87 свай за 2 недели).
- ✓ Уровень вибрации был зафиксирован на отметке 0,7 см/сек на расстоянии 60 см от места забивки.
- ✓ Через 120 см уровень вибрации уменьшился до 0,3 см/сек.
- ✓ Измерения дали уровень в 0,3 см/сек, хотя место забивки находилось в 60 см от здания.

## Создать надежную опору для новой балочной системы поддержки контейнера, преодолев органическую почву во время работы с существующими зданиями

*Перестройка существующего здания в современном Аквариуме для млекопитающих включала установку контейнеров диаметром до 10 м и высотой до 5 м, а также защитными стенками для временного хранения морских существ. Одноэтажное здание, высотой 10 м построено в 1940 году на свайном фундаменте в комбинации с фундаментом с расширенным основанием. Внутренняя балочная конструкция начала трескаться и разрушаться, поэтому могла не выдержать изменения. В проекте были предусмотрены новая свайная система, а также новые бетонные балки.*

### **Геолого-технологические условия:**

В месте установки контейнеров грунт состоял из 5 м песка, гравия с со шлаком, глины, древесины и других материалов.

В одном месте под этим слоем находилось еще около 2,5 м органического ила, за которым следовала морская глина.

В другом месте под 5 метровым слоем песка был песок средней плотности, за которым следовала скальная порода.

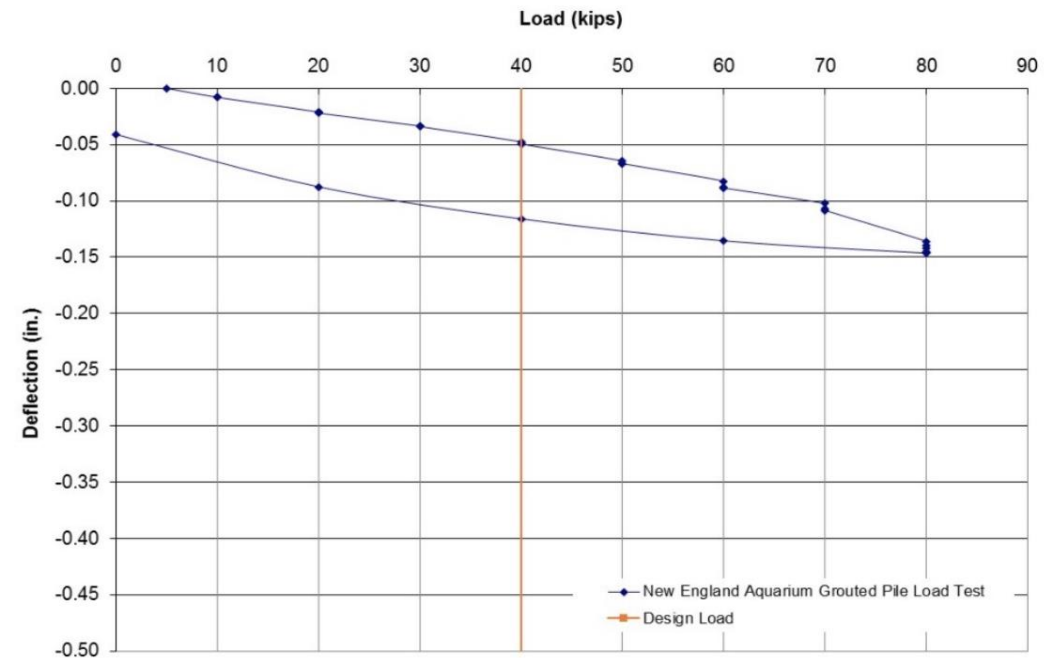
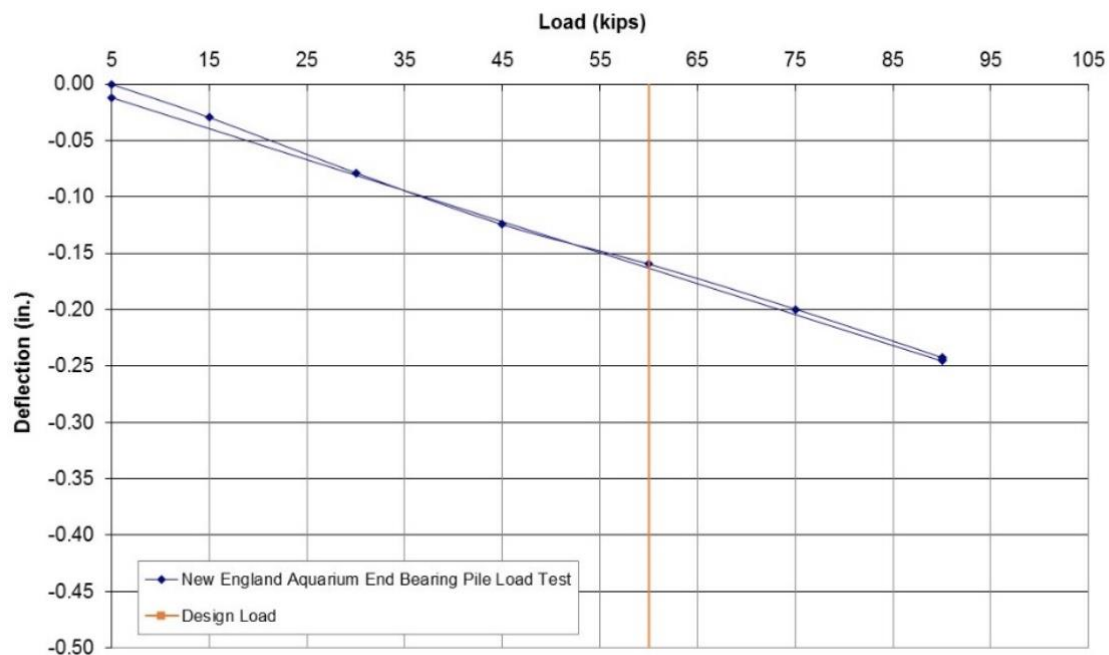


# Создать надежную опору для новой балочной системы поддержки контейнера, преодолев органическую почву во время работы с существующими зданиями

Начальное решение было применить винтовые сваи. В качестве альтернативы, сваи из ВЧШГ более низкой стоимости и использования бОльшей несущей способности. Проектная документация была подготовлена для свай из ВЧШГ и винтовых свай. Заказчик выбрал сваи из ВЧШГ для создания опоры для балки 20 см.

В данном проекте обсуждались несколько видов свай. Выбраны были сваи с нагрузкой до 27 т для местности с плотной глиной и сваи на 20 т для песчаного слоя.

Работа внутри существующего здания потребовала использования экскаватора CAT 30 и гидромолота Tramac 900 для установки 78 свай из высокопрочного чугуна.



# Создание опоры для тяжелой башни со ступеньками рядом с уже существующим зданием

*Строительство нового входа и новой башни со ступеньками и подъезд к зданию.*



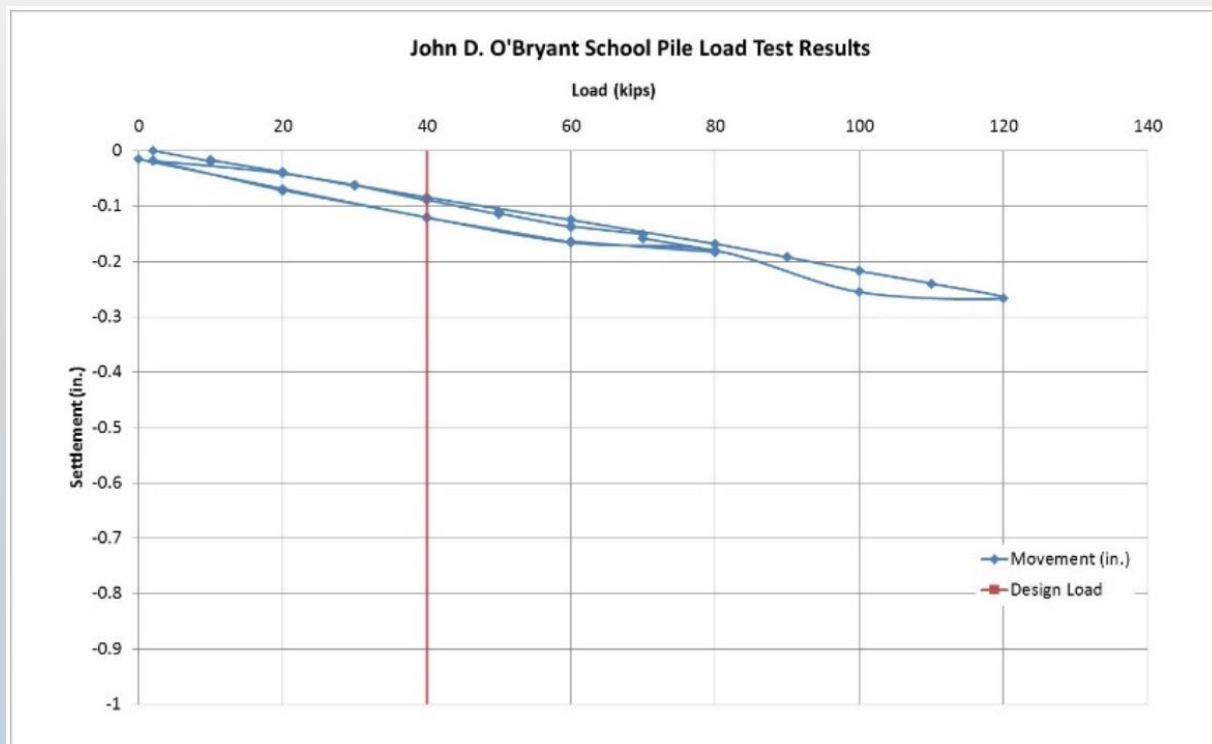
## **Геолого-Технологические Условия:**

Почва состояла из 2,7 м глинозема над слоем морской глины, за которой шла скалистая порода примерно в 6 метрах.

Грунтовые воды были на глубине 3,6 м ниже поверхности земли.

Большие нагрузки в месте лестницы и башни, рядом с 3-х этажным зданием требовали проектного решения для большего количества опор из-за большого количества людей. Инженер пришел к выводу, что необходима выемка грунта и замена почвы из за глубины котлована и проблем с доступом. Небольшие микросваи, диаметром 30 см, которые выдерживают до 20 тонн были рекомендованы и включены в структурный план. Микросваи должны забить в морскую глину на глубину до 6 метров.

# Создание опоры для тяжелой башни со ступеньками рядом с уже существующим зданием



Микросваи заменили на сваи из ВЧШГ с нагрузкой до 34 т (118x7,5 мм).

Сваи были длиной 5 м.

Забивка прекращалась при вбивании сваи в глину либо в скалистую породу на глубине от 5 до 9 метров.

- ✓ Тест на нагрузку показал отклонение на 0,25 см при нагрузке в 100% (18 т).
- ✓ Тест также был выполнен на нагрузку в 300% (54 т).
- ✓ Материал показал пластичность и отклонение составило не более 0,75 см.

# Сделать систему для поддержки тяжелого сплошного фундамента во время работы по раскопкам ямы.

*Реконструкция комплекса административных зданий включала в себя конструкцию сплошного фундамента резервуара для хранения щепы внутри завода по переработке древесины. Спецификация проекта потребовала использования 20 см микросвай для противодействия растяжению и нагрузке.*



## **Геолого-Технологические условия:**

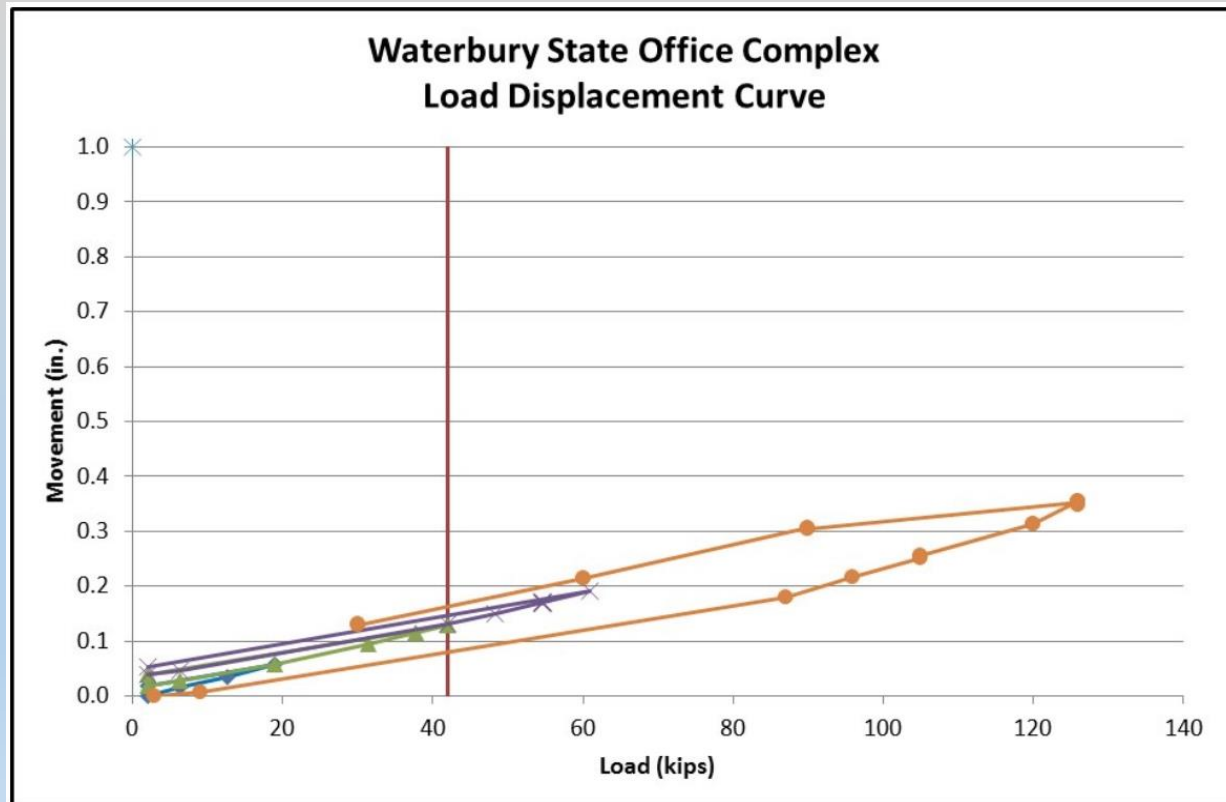
Почва в районе данного завода состоит из 2 м илистого песка и в некоторых местах до 3 м рыхлого илистого переходящего в песок средней плотности или гравия с углем и галька до скальной породы на глубине 15 ÷ 15,5 м.

Грунтовые воды на глубине 5 метров.



# Сделать систему для поддержки тяжелого сплошного фундамента во время работы по раскопкам ямы.

В качестве альтернативы микро сваям, с нагрузкой до 18 т, были предложены более экономически эффективные сваи из ВЧШГ диаметром 118 мм с последующим бетонированием. Инженерное решение было принято командой проектировщиков. Сваи из ВЧШГ погружались на глубину 10 м через твердый слой песка, используя конический наконечник, при помощи гидромолота Tramac V1800, поставленного на экскаватор Volvo 240.



- ✓ Скорость забивки примерно 1 метр за 25 секунд на всей глубине верхнего слоя и замедлялась в более плотном слое грунта.
- ✓ Прочность и длина сваи определялись тестом на растяжение.
- ✓ Свая была протестирована на нагрузку в 55 т (300% от предполагаемой нагрузки).
- ✓ Заключительные тесты подтвердили, что заливка сваи цементом выдерживает большие нагрузки.

## Выработать решение, для контроля постройки на данной местности.

*Постройка 15-этажного жилого здания потребовала значительного повышения уровня постройки рядом с жилым зданием, построенным на винтовых сваях. Существовали вопросы относительно уровня тротуаров и ландшафта из-за перепадов уровня грунта, так что нужна была дополнительная опора для несущих плит.*



### **Геолого- Технологические Условия:**

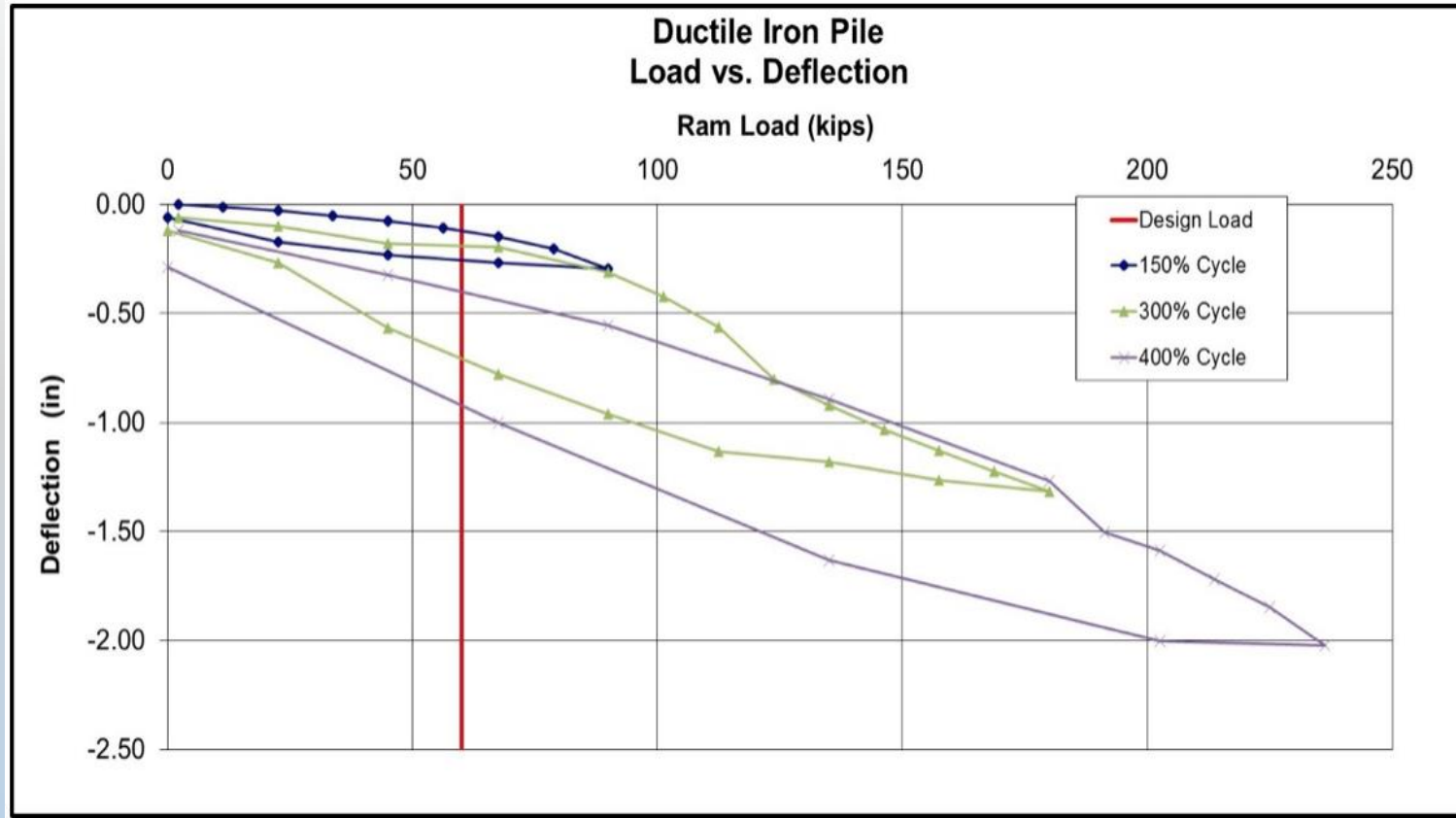
Почва состояла из 4 м покрывающей породы, содержащей болотную глину, песок, песок, смешанный с древесиной, а также кирпичи, цемент и зола под 4 метровым слоем очень твердой болотной глины. Глина лежала над твердым песком и очень плотной морской глиной до самой скальной породы.

Грунтовые воды на глубине 2 метра ниже уровня грунта.

В месте, которое прилегает к постройке, где было запланировано поднятие, консультант геотехник порекомендовал, чтобы цементные структуры и тротуары были заложены на свайные конструкции, чтобы предотвратить долговременное отложение органики и глины. Были проанализированы различные варианты.

Сваи из ВЧШГ были выбраны из-за цены и широких возможностей, которые позволили выработать дополнительное время для проектирования всего места застройки.

## Выработать решение, для контроля постройки на данной местности.



Потребуется 42 сваи с нагрузкой 27 т на одну сваю, когда она войдет в скальную породу.

Сваи вбивались при помощи экскаватора Вольво с гидромолотом Tramac V1800 до момента, когда скорость погружения становилась менее чем 2,5 см в минуту.

Тест на нагрузку был проведен для подтверждения безопасности.

- ✓ При нагрузке в 27 т (100%) тест показал отклонение на 0,3 см.
- ✓ После проведения начального теста на нагрузку, свая была перенагружена на 300% (81 т) и на 400% (106 т), чтобы оценить высокие нагрузки.
- ✓ Результаты тестов подтвердили, что сваи 118мм способны выдержать нагрузку сверх возможной более чем на 45 т.

# Конструкция тяжелого здания, прилегающего к уже построенному зданию на неконтролируемом грунте с органической почвой.

*Модернизация двухэтажного здания и возведение дополнительной постройки общей площадью 1 672 м<sup>2</sup>. Проектная нагрузка до 70 т для колонн и до 16 т на обычные стены. Лекционные аудитории, классы для активного обучения, лаборатории и места для обучения.*



## Геолого-Технологические условия

Довольно сложный состав почвы: рыхлый песчаный грунт и отходы строительного производства до 3 м, после чего до 2 м торфа. Более прочные слои грунта на глубине: песок вместе с водой, и множество щелей до глубины в 18 м.

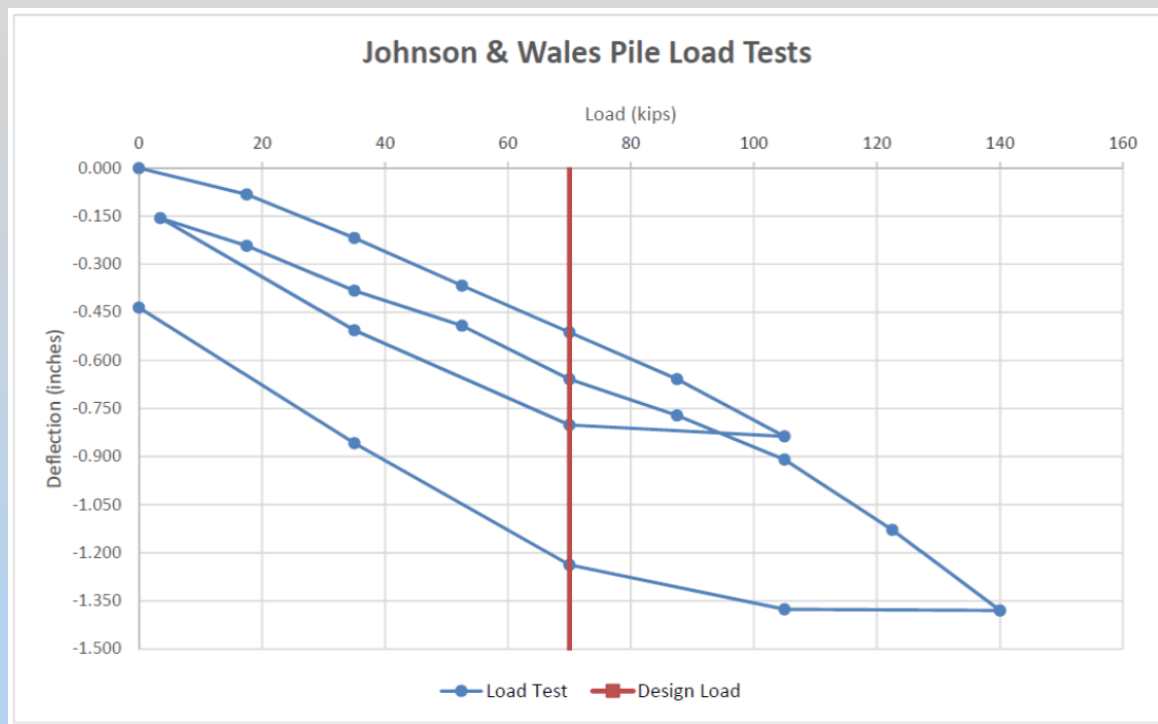
Грунтовые воды на глубине 5 метров.

Рекомендации включали в себя комбинацию компактной заливки раствором и винтовые сваи для подпорки снизу уже существующих стен здания. Улучшение грунта также было возможно, но отменено из-за малого расстояния от здания и возможных вибраций по отношению к стоящему фундаменту.

# Конструкция тяжелого здания, прилегающего к уже построенному зданию на неконтролируемом грунте с органической почвой.

Альтернативным решением стало использование свай ВЧШГ для обеспечения фундамента нового здания надежной опорой в сочетании с запланированными винтовыми сваями для поддержки уже существующего фундамента там, где оборудование для забивки свай из ВЧШГ не было возможным применить из-за ограниченности пространства.

Сваи из ВЧШГ 118x7,5мм на нагрузку в 32 т.



Сваи быстро установили в грунт, они прошли через все слои и успешно остановились только в глине ледникового происхождения.

Ограниченная забивка внутри зоны строительства в сочетании с наклоном твердой породы требовала забивки на большую глубину 20 ÷ 27 м.

Сваи вбивались в скальную породу со скоростью не более 2,54 см в минуту.

После забивки сваи заполнялись раствором для повышения допустимой нагрузки.

При нагрузке в 32 т деформация сваи ограничилась величиной в 1,25 см.

При нагрузке в 200% (63 т) свая доказала, что способна выдерживать подобные нагрузки.

# Поддержка фундамента 2-этажного дома для семьи, а также бассейна на почве с органическим грунтом в районе прибрежного острова, в условиях ограничений для техники

*Постройка нового 2-этажного здания с обычным планом строительства, доставкой материалов и сложностями доступа к месту постройки. Планы были изменены по причине обнаружения почвы с органическими соединениями и неконтролируемыми насыпями. Требовалась дополнительная опора для фундамента здания и соседнего овального бассейна.*



## Геолого-технологические условия:

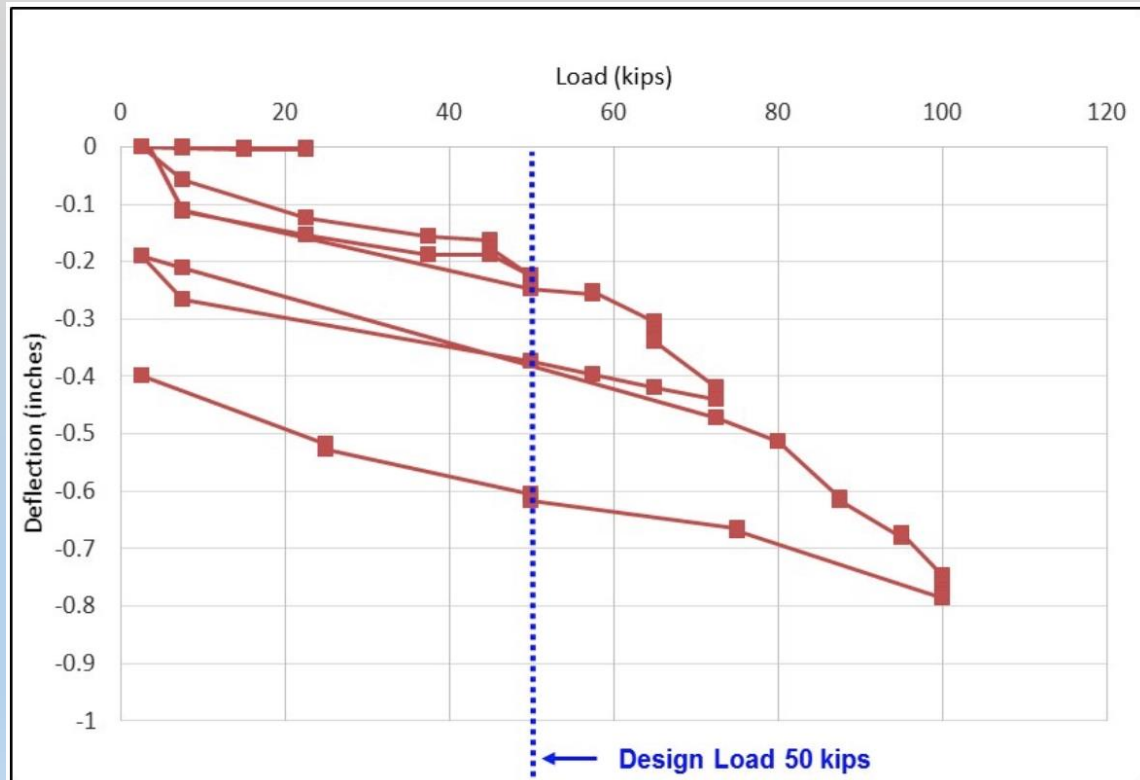
Бурение показало 5,5 м рыхлой закладки и органический грунт, который лежал поверх средней плотности песчаного грунта на глубине более 12 метров.

Идея о традиционной раскопке фундамента была быстро отменена из-за глубины слоев и проблем, связанных с вывозом грунта через соседний участок. Рассматривалось несколько видов свай но проблемы появились, когда возник вопрос доставки к месту постройки.

Сваи из ВЧШГ стали единственным выходом, так как их просто транспортировать (5 м), они могли выдерживать большую нагрузку (до 22 т) и идеально подходили для постройки фундамента и бассейна

# Поддержка фундамента 2-этажного дома для семьи, а также бассейна на почве с органическим грунтом в районе прибрежного острова, в условиях ограничений для техники

*После решения вопросов с логистикой строительных материалов и оборудования на острове, команда строителей отправила тягач с прицепом на 2,25 км до места постройки. Как только он прибыл на место пробная свая была забита на глубину 9,5 метра ниже уровня земли.*



- ✓ Зона сцепления с бетоном в свае составляла 4,2 м и использовалась для создания необходимого запаса прочности для песка средней плотности.
- ✓ Тест на нагрузку подтвердил, что проектная нагрузка и сила трения имеют коэффициент безопасности 2.
- ✓ 74 сваи было установлено за 5 дней.
- ✓ Скорость забивки была такой же как и предсказывали проектировщики.