

# Буронабивные сваи



## Проблема

# Высокие нагрузки от строительных конструкций

## Сложные грунты

## Здания вблизи котлованов

В прежние времена место положения строения во многом зависело от наличия подходящего грунта. Сегодня сложные грунтовые условия или существующая застройка до самых границ участка объекта уже не являются препятствием. Необходимость экономически оптимального использования строительного участка, прокладка современных путей сообщения по сложной территории или использование дорогостоящей земли по максимуму – инженер-проектировщик все чаще сталкивается с проблемами подобного рода:

- Для сооружения нельзя использовать фундамент мелкого заложения, так как расчетные деформации

(осадки) слишком велики или это приведет к смещению грунта из-за большой нагрузки (в результате разрушения грунта).

- Необходима передача больших концентрированных нагрузок на строительный грунт.
- Строительный грунт заражен (экологическая проблема).
- Котлован вблизи зон существующей застройки должен иметь конструкцию, в минимальной степени подверженную деформациям, чтобы не оказывать отрицательного воздействия на стабильность соседних строений (разрушение рельефа, грунта).
- Необходимость устройства котлована на уровне грунтовых вод.

Титульная страница:  
Тоннель. Стройплощадка в Лугано, Швейцария

Обратная сторона:  
Вверху слева:  
Устройство стены из буронабивных свай для комплекса BMW-Welt в Мюнхене

Вверху справа:  
Международный центр торговли EUROVEA в Братиславе, Словакия

Внизу слева:  
Фундамент из буровых свай для Музея искусств в Тампе, США

Внизу справа:  
Устройство буровых свай в скальной породе для нового здания радиовещательной компании SWR в Штутгарте



Комплекс Pasing Arcaden в Мюнхене

## Решение

# Устройство фундамента строительной конструкции на глубине

# Укрепление котлована буровыми сваями

## Фундамент глубокого заложения

Задача передачи нагрузок на грунт в неблагоприятных грунтовых условиях может быть решена различным способом:

С одной стороны, можно улучшить несущую способность грунта следующими **мерами, направленными на его укрепление**, например:

- Замена грунта в слабых слоях, залегающих близко к поверхности
- Уплотнение грунта предварительной статической нагрузкой или вертикальным дренажем
- Укрепление грунта при помощи нагнетания, глубинной вибрации или щебеночных свай.

С другой стороны, нагрузки можно передавать на более глубокие и прочные слои грунта, используя, например, монолитные строительные элементы.

В качестве монолитных строительных элементов в этом случае служат буровые сваи.

Как альтернативные строительные методы можно использовать:

- Элементы "стены в грунте"
- Сваи по технологии "смешивание на месте" (MIP)
- Корневидные сваи с опрессовкой
- Вибронабивные бетонные сваи.

Для всех альтернативных строительных технологий у компании Bauer Spezialtiefbau имеются специальные проекты.

## Крепление

Задача устройства устойчивой к деформации подпорной конструкции котлована может быть решена раз-

личным способом:

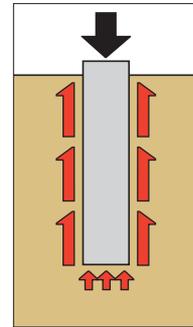
Чаще всего для решения этих задач устраиваются стены из буровых свай.

## Буровые сваи

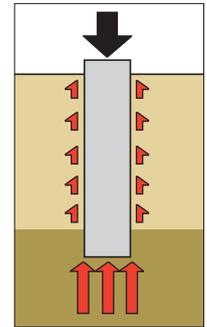
В большинстве случаев самым экономичным решением является использование буровых свай, так их можно изготавливать с различными диаметрами (300 - 1 800 мм), с различной глубиной бурения (до 70 м) и с наклоном (до 1:4), оптимально учитывая требования к сооружению и котлованам.

Гибкость в работе с буровыми сваями позволяет использовать этот монолитный строительный элемент для решения почти любых задач по устройству фундамента.

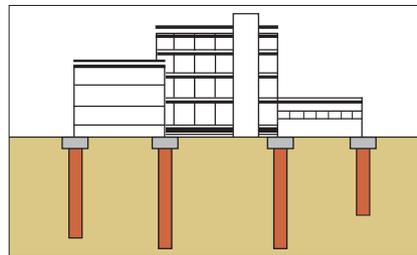
По характеру работы в грунте различают сваи, передающие нагрузку на грунт в основном через трение боковой поверхности, и те, которые передают нагрузку главным образом через свайное острие. Буровые сваи, в зависимости от требований к статике, устраиваются в виде отдельных свай, групп свай или свайной стены (из скученных свай, с касательным сопряжением или прерывистым расположением свай, с затяжкой или без).



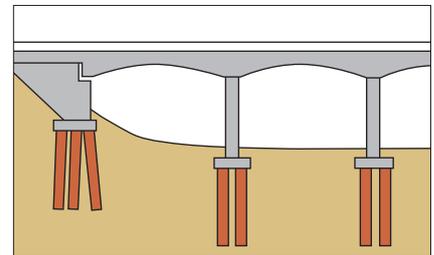
"Висячая" свая



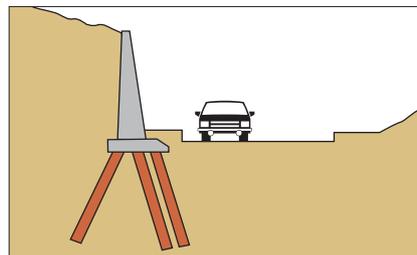
"Свая-стойка"



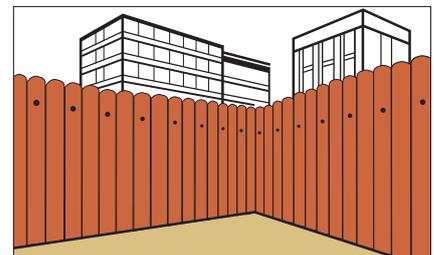
Отдельные сваи



Группы свай



Свайная опора



Свайная стена

## Технологии

# Бурона- бивные сваи

Отдельные технологии отличаются методом бурения (грейферное, вращательное, мокрое бурение), типом защиты скважины (с обсадной трубой и без нее, сухим способом, избыточным давлением воды, подпорной жидкостью) и способом укладки бетона (насыпной, уплотненный бетон). Отдельные технологические шаги

можно частично сочетать друг с другом. Изготовление свай включает в себя в три основных этапа: Бурение, армирование, бетонирование. Выбор технологии определяется характером имеющегося грунта, техническими условиями конкретной стройплощадки и экономической целесообразностью.



Рейхенбахский мост в Мюнхене



"Сити Палас" (бывш. "Дворец Бракосочетаний") в Москве



Аэропорт в Вене, Австрия

# Вращательное бурение методом Келли

## а) бурение с обсадными трубами

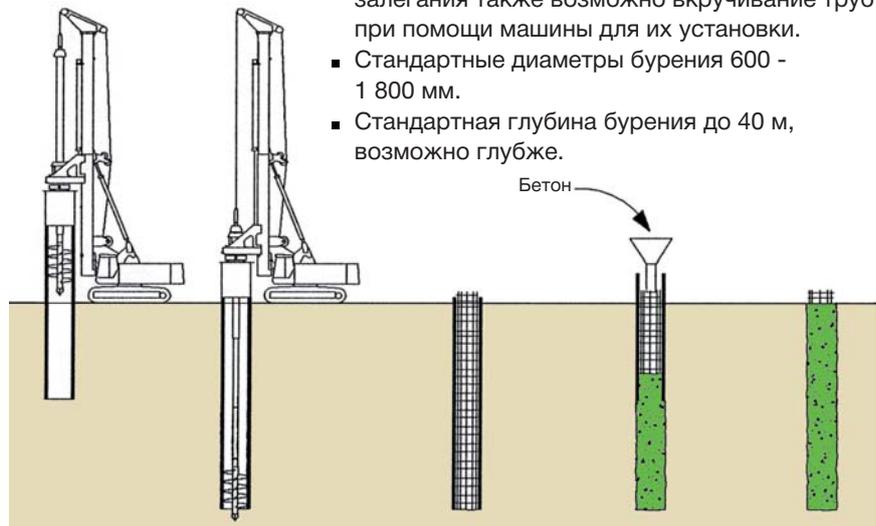
### Стандартная буронабивная свая

#### Основные области применения:

- В грунтах любых типов.
- В стесненных условиях.

#### Особенности:

- Бурение без вибраций и сотрясений.
- Высокая производительность бурения благодаря вкручиванию труб приводом вращения.
- При больших диаметрах и большой глубине залегания также возможно вкручивание труб при помощи машины для их установки.
- Стандартные диаметры бурения 600 - 1 800 мм.
- Стандартная глубина бурения до 40 м, возможно глубже.



Вкручивание и вдавливание обсадных труб приводом вращения.

Выемка забуренного грунта инструментом на штанге Келли. Скважина с защитой обсадными трубами.

Установка арматурного каркаса.

Бетонирование сваи с извлечением обсадной трубы приводом вращения.

Готовая свая

## б) бурение с гидравлическим уплотнением

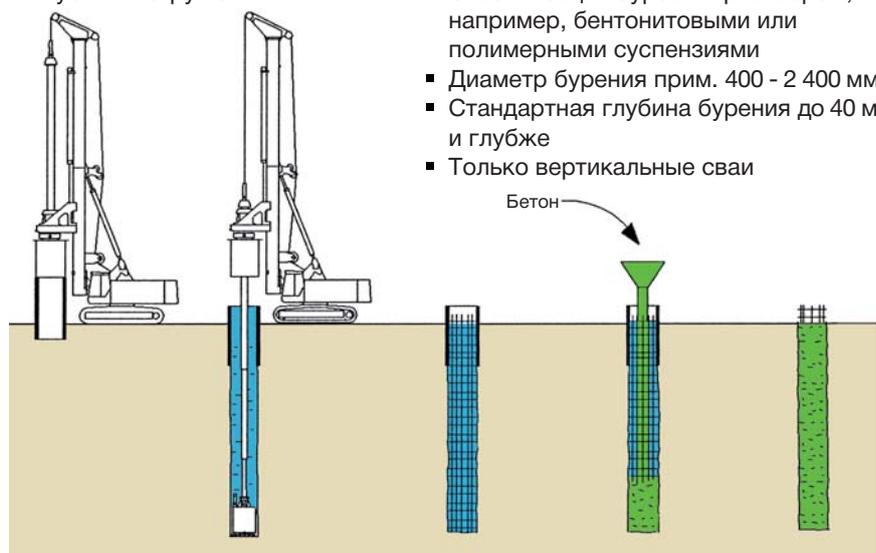
### Стандартная буронабивная свая

#### Основные характеристики в применении:

- В грунтах любых типов, для свай больших диаметров и большой глубины погружения

#### Особенности:

- Бурение без вибраций и сотрясений
- Не требуется крепление трубами
- Обсадная труба в зоне оголовка сваи
- Стабилизация бурового раствора, например, бентонитовыми или полимерными суспензиями
- Диаметр бурения прим. 400 - 2 400 мм
- Стандартная глубина бурения до 40 м и глубже
- Только вертикальные сваи



Вкручивание обсадной трубы

Разбуривание грунта под защитой бурового раствора. Выемка грунта ковшебуrom на штанге Келли. Гидравлическое крепление скважины

Установка арматурного каркаса после очистки бурового раствора, насыщенного грунтом

Бетонирование сваи с одновременным вытеснением бурового раствора

Готовая свая

# Вращательное бурение двойной головкой

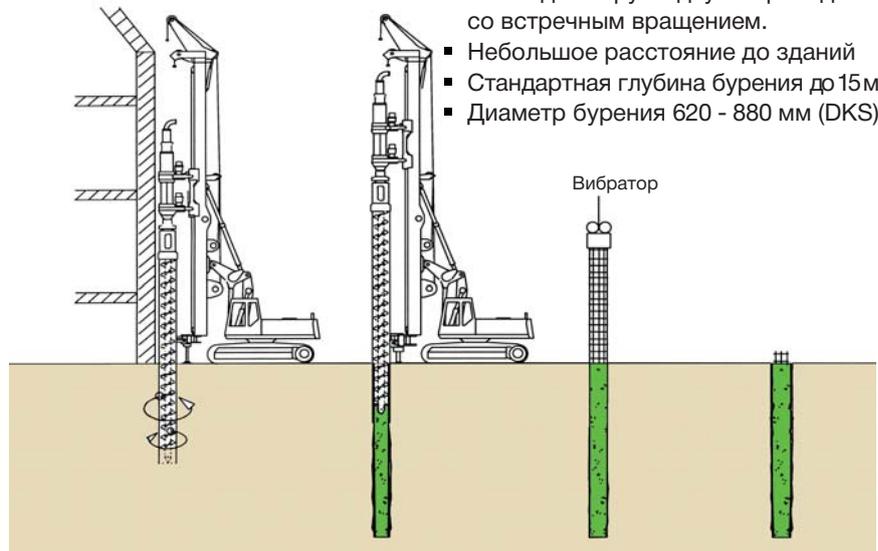
## Вращательное бурение двойной головкой

### Основные области применения:

- В грунтах любых типов
- В стесненных условиях

### Особенности:

- Без вибраций и сотрясений
- Одновременное вкручивание шнека и обсадной трубы двумя приводами со встречным вращением.
- Небольшое расстояние до зданий
- Стандартная глубина бурения до 15м
- Диаметр бурения 620 - 880 мм (DKS)



Вкручивание обсадной колонны и шнека двумя приводами со встречным вращением

Нагнетание бетона через трубу шнека при одновременном извлечении шнека и обсадной колонны

Установка арматурного каркаса в скважину, заполненную бетоном

Готовая свая

# Буронабивная свая по технологии непрерывного шнека

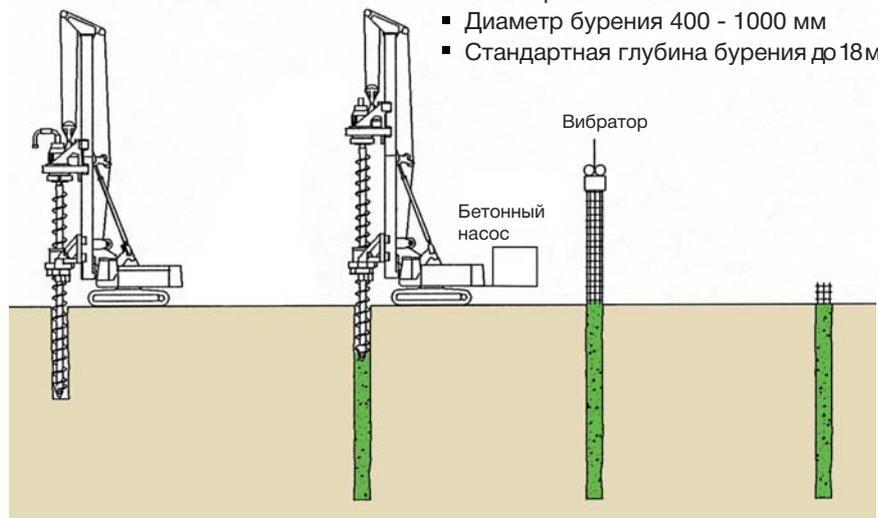
## Буронабивная свая по технологии непрерывного шнека (SOB)

### Основные характеристики в применении:

- В грунтах любых типов
- В стесненных условиях

### Особенности:

- Высокая производительность
- Арматура (при необходимости) вдавливается или устанавливается вибропогружателем после бетонирования
- Диаметр бурения 400 - 1000 мм
- Стандартная глубина бурения до 18м



Погружение длинного шнека до проектной отметки

Нагнетание бетона через трубу шнека при одновременном извлечении шнека без вращения

Вдавливание или вибропогружение арматурного каркаса с распорками

Готовая свая

# Свая вытеснения

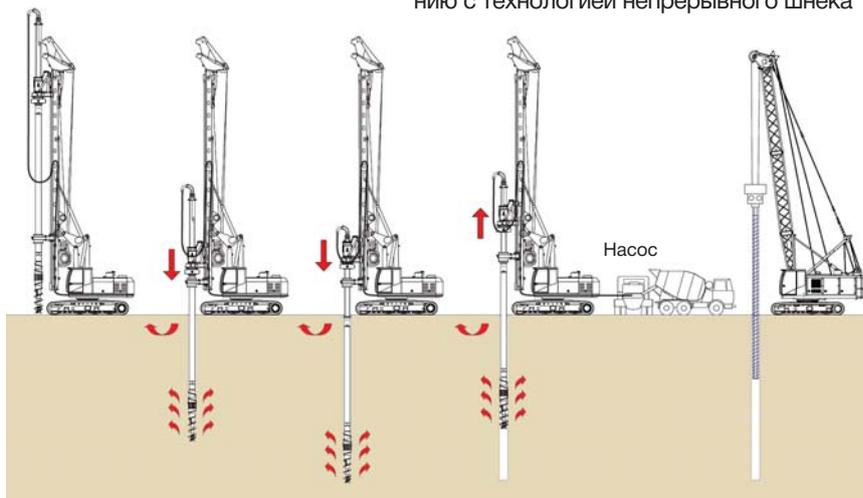
## Свая вытеснения

### Основные области применения:

- В зараженных грунтах для решения проблемы утилизации разрушенного грунта
- В стесненных условиях, например: сооружение рельсовых путей
- В мягких грунтах

### Особенности:

- Высокая несущая способность благодаря высокой степени уплотнения боковых зон
- Отсутствие разрушенного грунта
- Высокая производительность
- Диаметр бурения прим. 420, 510, 610 мм
- Бурение без вибраций и сотрясений
- Глубина бурения до 34 м
- Пониженный расход бетона по сравнению с технологией непрерывного шнека



Установка в точке бурения    Вкручивание и вдавливание бурового инструмента    Удлинение штанги Келли. Бурение до проектной отметки    Непрерывное извлечение и вращение во время бетонирования    Последующая установка арматурного каркаса дополнительным краном

# Грейферное бурение с обсадными трубами

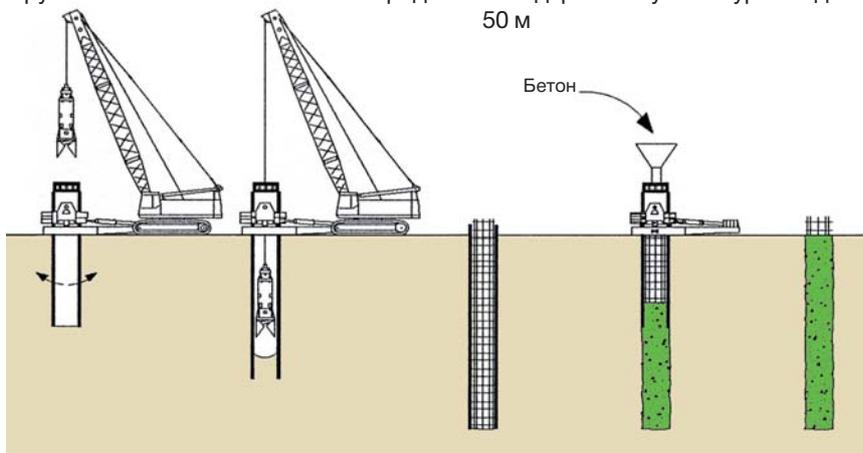
## при помощи драглайнов и машин для установки обсадных труб

### Основные области применения:

- Грунты, например, песок и гравий, предъявляющие к технологии крепления обсадными трубами повышенные требования
- Когда экономически оправданно использование падающих долот для разрушения скальной и каменной породы

### Особенности:

- Из-за сотрясений, вызванных работой системы, требуется соблюдение минимального расстояния до существующих построек
- Стандартные диаметры бурения прим. 620 - 2 000 мм
- Стандартная глубина бурения до 50 м



Колебательное вдавливание обсадных труб машиной для их установки    Одновременная выемка разбуренного грунта грейфером    Установка арматурного каркаса в скважину, закрепленную обсадной трубой.    Бетонирование сваи через бетонолитную трубу. Извлечение обсадных труб машиной для их установки    Готовая свая

# Указания по проектированию



Проект многофункционального комплекса (Mixed-Use-Development) в Абу-Даби, ОАЭ

## Грунт

До начала работ по бурению необходимо проведение изысканий грунта согласно DIN 1054. Путем бурения пробных скважин и зондирования определяется структура грунтовых слоев. Разведочное бурение рекомендуется проводить на глубину прим. до 6 м ниже проектного уровня подошвы глубокого фундамента. Исходя из полученных результатов возможен расчет свай и определение характера бурения.



## Расчет свай

При расчете свай необходимо подтверждение внутренней и внешней несущей способности. Минимальный диаметр определяется на основании DIN 1045 исходя из подтвержденной внутренней несущей способности. Последняя зависит от сечения бетона и степени армирования. Расчет внешней несущей способности – в соответствии со стандартом EN 1536 (вместо: DIN 4014) – дает минимальную глубину заделки в прочный грунт в виде функции нагрузок, диаметра сваи и специфических для данного грунта несущих характеристик (боковое трение, давление на острие).

Подземный гараж в Страсбурге  
Пассаж del'Etoile

# Повышение несущей способности

## Опрессовка боковой поверхности сваи

Благодаря опрессовке боковой поверхности грунт на уровне тела сваи уплотняется, и достигается эффективное сцепление между бетоном сваи и грунтом. Это позволяет в зависимости от вида грунта значительно увеличить силу трения боковой поверхности сваи.

## Опрессовка пяты сваи

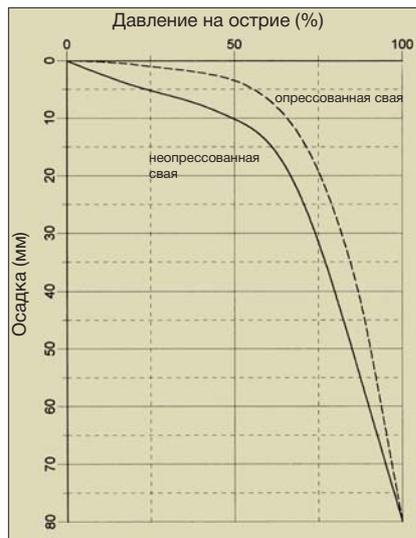
Опрессовку пяты сваи следует рассматривать в качестве дополнительной меры к опрессовке боковой поверхности. В зоне контакта свайной пяты и грунта нагнетается цементная суспензия. Тем самым компенсируется неизбежное разрыхление грунта в забое скважины. Опрессовка позволяет предупредить часть возможных осадочных явлений.

## Подготовительные работы для устройства свайного фундамента

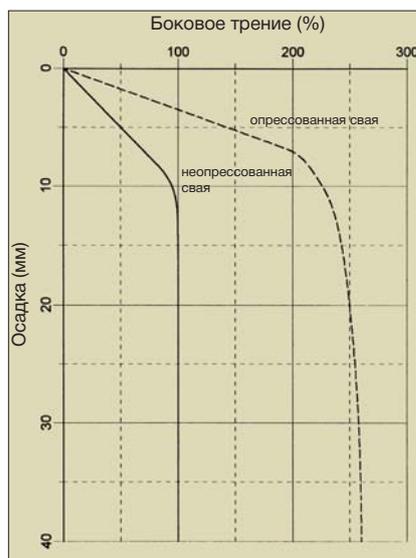
Для устройства свайных фундаментов и стен требуется разрешение официальных органов. Разрешение на начало строительных работ на освобожденной площадке следует получить своевременно – до начала изготовления свай. Доразведочные мероприятия могут включать в себя, например, поиск каналов, трубопроводов, кабельных линий, других сооружений или старых строительных фундаментов, предметов, обладающих исторической ценностью, или боеприпасов. Разрешение на начало строительных работ может выдавать фондодержатель, застройщик, местное ведомство по охране памятников или служба по утилизации боеприпасов. Кроме того, для буровой установки необходимо предусмотреть достаточно прочную площадку.



Шланги для опрессовки боковой поверхности



100% давление на острие  $\hat{=}$  макс. давление на острие неопрессованной сваи в песке при осадке  $s = d/10$  ( $d$  = диаметр сваи)



100 % сила бокового трения  $\hat{=}$  макс. сила бокового трения неопрессованной сваи в песке



Технология Bauer Lift-Cell для предварительного напряжения в зоне свайной пяты

## Пробное нагружение свай

Испытание под нагрузкой может быть самым экономичным способом для расчета буровой сваи. Нагружение свай на строительной площадке, как правило, оправдано только в случае крупных строительных проектов. Многочисленные испытания под нагрузкой, проведенные нами за последние годы, дают нам возможность выполнять расчеты буровых свай для самых различных типов грунта и с максимальной экономичностью. На графиках ниже приведен пример результатов испытания свай.



Испытание свай в шатре под Дауном в Эйфеле



Испытание свай в Роттердам-Маасвлakte для угольной электростанции E.ON

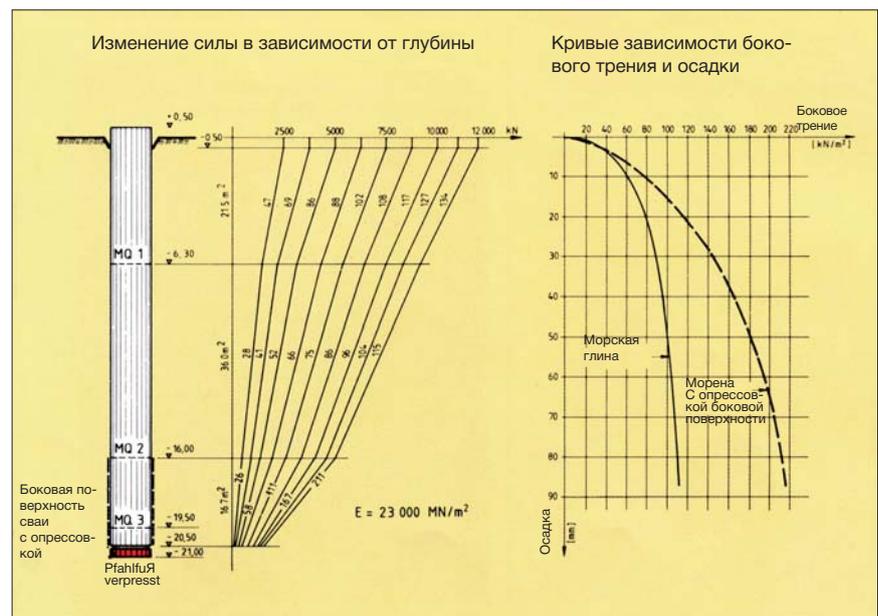
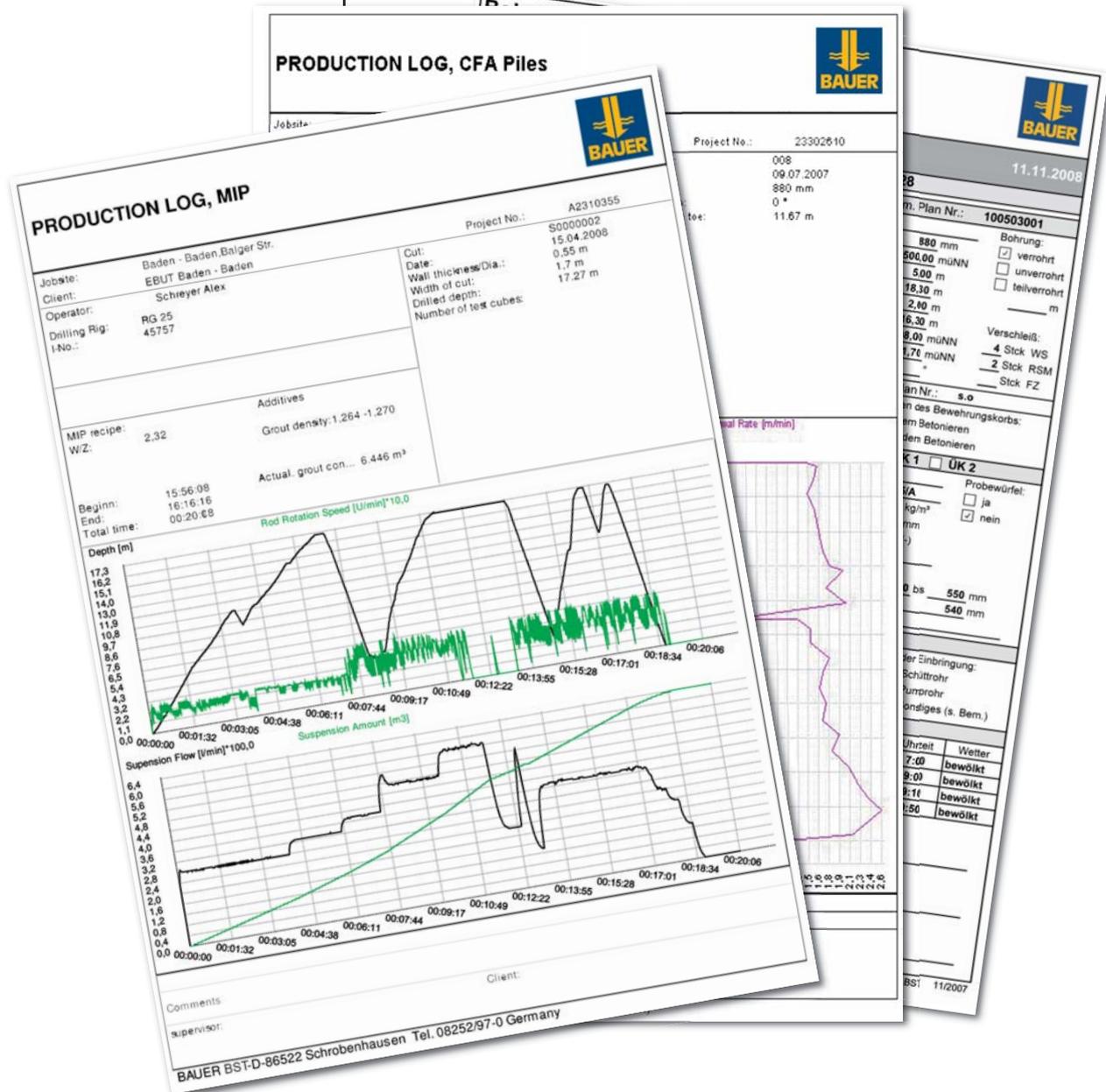


График изменения силы и зависимости трения боковой поверхности и осадки для сваи Ш 1 180 мм в морской глине, жесткая конструкция, заделка в морену на 5 м

# Обеспечение качества

За изготовление свай отвечают квалифицированные сотрудники, чья квалификация постоянно проверяется и повышается в рамках внутренних семинаров и аудитов качества. Для гарантии безопасности на стройплощадке и оптимального хода работ регулярно контролируется все используемое буровое оборудование и инструмент. Применяемые строительные материалы выбираются с учетом требований к статике и технологии, что гарантирует необходимое качество продукта. Процесс устройства свай документально фиксируется согласно требованиям EN 1536 (заменяет: DIN

4014). При устройстве буронабивных свай по технологии непрерывного шнека (SOB), бурения "перед стеной" (VdW) и "смешивания на месте" (MIP) оператор оборудования имеет возможность просматривать важные производственные параметры, которые регистрируются системой обработки данных, разработанной компанией Bauer Spezialtiefbau. Полученные результаты измерений обрабатываются в компьютере и представляются в стандартизированном виде. При работе с другими технологиями ведение документации относится к компетенции бурового мастера.





**BAUER Spezialtiefbau GmbH**  
**BAUER-Straße 1**  
**86529 Schrobenhausen, Deutschland**  
**Telefon: +49 8252 97-0**  
**Telefax: +49 8252 97-1496**  
**BST@bauer.de**  
**www.bauer.de**



**ООО "БАУЭР Технология"**  
**Ленинский проспект 42**  
**корпус 1**  
**119119 Москва**  
**Российская Федерация**  
**Телефон: +7 495 663 9391**  
**Факс: +7 495 663 9392**  
**inbox@rusbauer.ru**  
**www.rusbauer.ru**

**ООО "БАУЭР СОЧИ"**  
**Комсомольская улица, 1**  
**354000 Сочи**  
**Российская Федерация**  
**Телефон (Факс): +7 8622 410 149**  
**inbox@rusbauer.ru**  
**www.rusbauer.ru**

**ТОО "БАУЭР Казахстан"**  
**ул. Казыбек би д.12/24 кв.74**  
**050010 Алматы**  
**Казахстан**  
**Телефон: + 7 727 232 62 90/89**  
**Murat.Baltabayev@bauer.de**