KELLER

Soilcrete® (Струйная цементация)

Эффективный и универсальный метод укрепления грунта

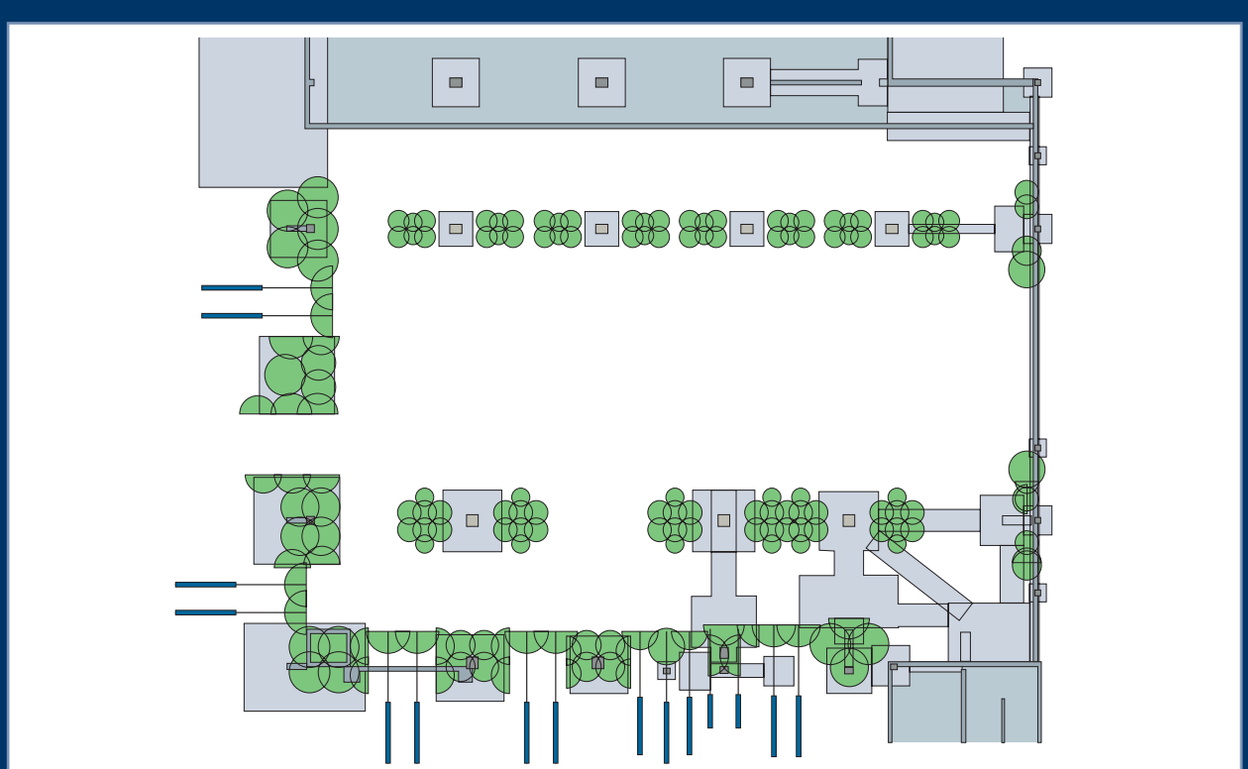
Soilcrete® – история

С приобретением в 1979 году лицензии на процесс струйной цементации и внедрением в Германии под торговой маркой “Soilcrete®”, Keller вошел в новое направление стабилизации грунтов.

Soilcrete® – усовершенствование в процессе строительства

Началом нового метода усиления грунтов стали работы небольших масштабов по поднятию и усилению существующих фундаментов. Для достижения сегодняшнего уровня развития метода было необходимо постоянное развитие.

- Технологический процесс Soilcrete® был модифицирован, чтобы расширить область применения для различных видов грунтов.
- Область применения была расширена, чтобы предоставить решения для большего спектра задач.
- Оборудование было усовершенствовано и улучшено.



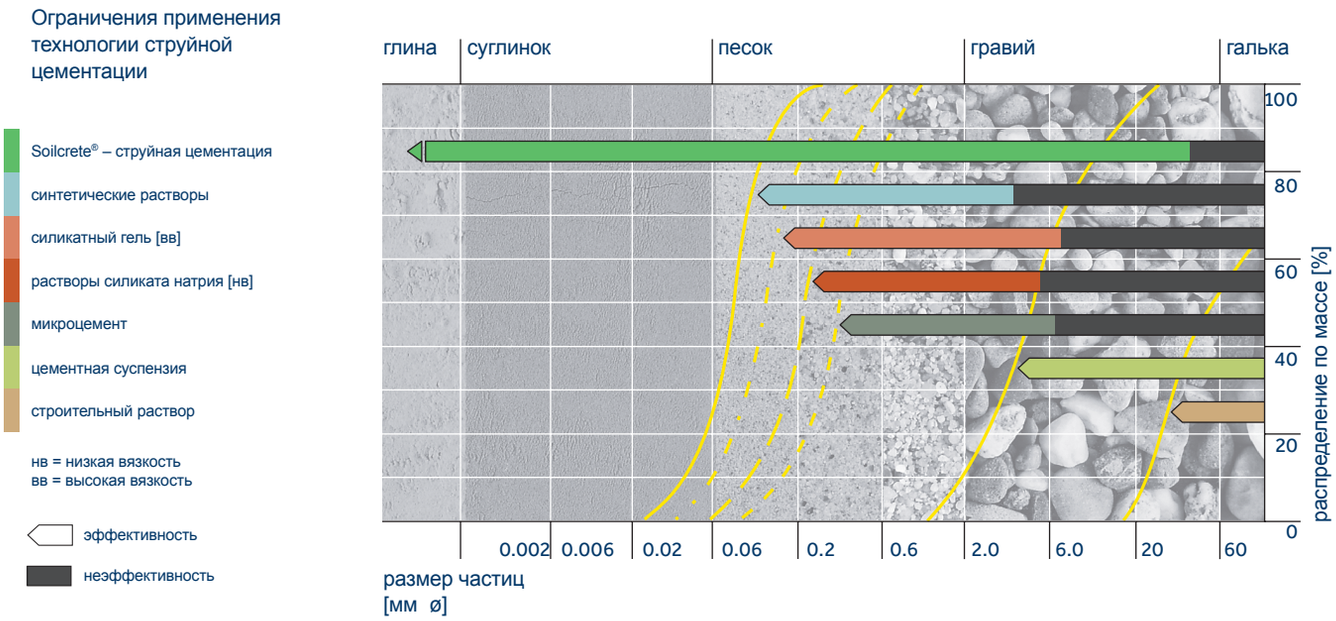
Восстановление, видоизменение и расширение существующего фундамента

Наиболее гибкая в применении геотехническая технология

Soilcrete® (струйная цементация) является одним из наиболее эффективных и гибких в применении методов улучшения свойств грунтов с целью создания несущих и ограждающих элементов в геотехнике. Keller был первопроходцем с данной технологией и внедрил ее на немецком рынке в 1979 году, до сих пор используя ее по всему миру. Благодаря постоянным исследованиям и инновациям, а также инвестициям в наше оборудование, мы являемся лидерами в данной технологии и на геотехническом рынке в целом, что позволяет нам предоставлять решения практически для всех возможных областей применения в широком спектре грунтовых условий от рыхлых несвязных грунтов до твердых глин.

Опытный персонал, современное оборудование, строгий контроль качества и обширный опыт проектирования являются основанием для передового производства в сложных условиях. Используя технологию Soilcrete®, Keller предлагает инновационные решения для устройства туннелей, фундаментов новых и существующих сооружений, восстановления исторических зданий и подпорных конструкций. Это также включает подхват фундаментов и горизонтальные экраны на дне котлованов, предотвращающие проникновение воды.

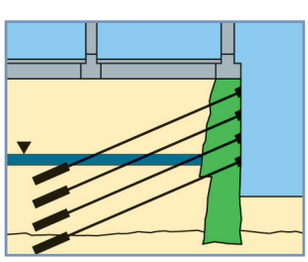
Ограничения применения технологии струйной цементации



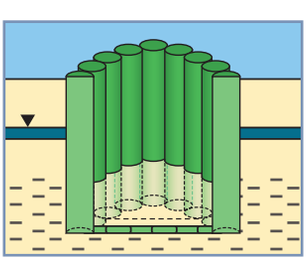
Применение

Soilcrete® предоставляет выбор для широкого круга применения.

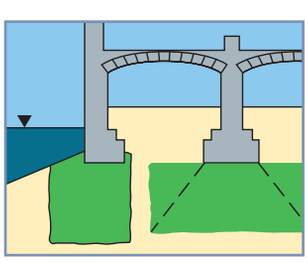
Укрепление	Устройство экранов
Усиление и поднятие фундаментов	Стены-перегородки и панели-перегородки
Пусковые и приемные котлованы туннелей	Экраны ниже дна котлована
Стабилизация перекрытия и основания туннеля	Сводчатые плиты
Укрепление и расширение фундаментов	Преграждающие мембраны
Видоизменение фундаментов	Экраны внутри дамб
Подпорные конструкции, включая устройство шахт	Заполнение между сваями ограждения
Фундаменты глубокого заложения	Заделка соединений и разрывов между конструктивными элементами



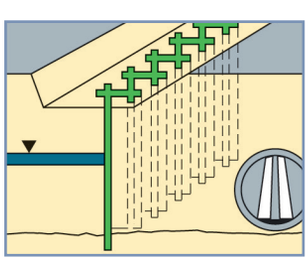
Усиление и поднятие фундаментов



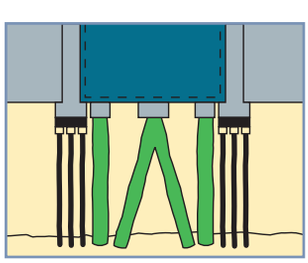
Устройство шахт



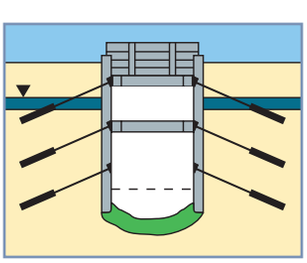
Укрепление и расширение фундаментов



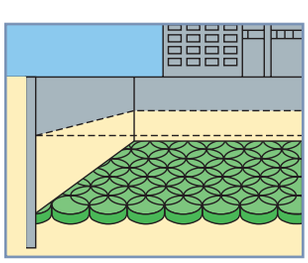
Стены-перегородки и панели-перегородки



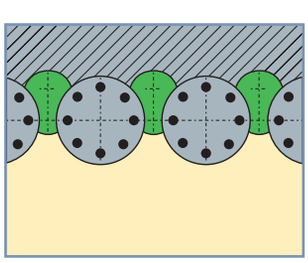
Фундаменты глубокого заложения



Сводчатые плиты



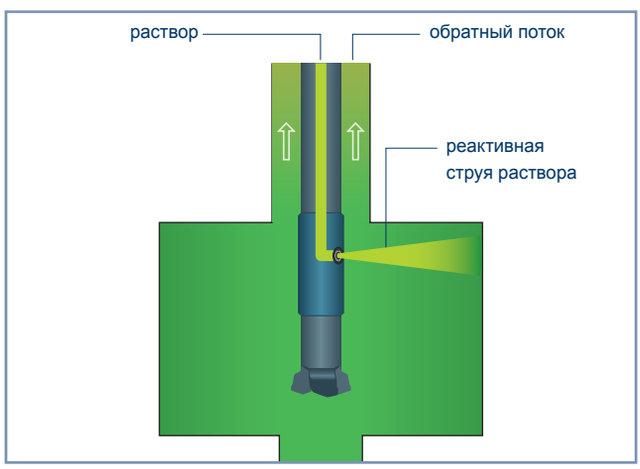
Экраны ниже дна котлована



Заполнение между сваями ограждения

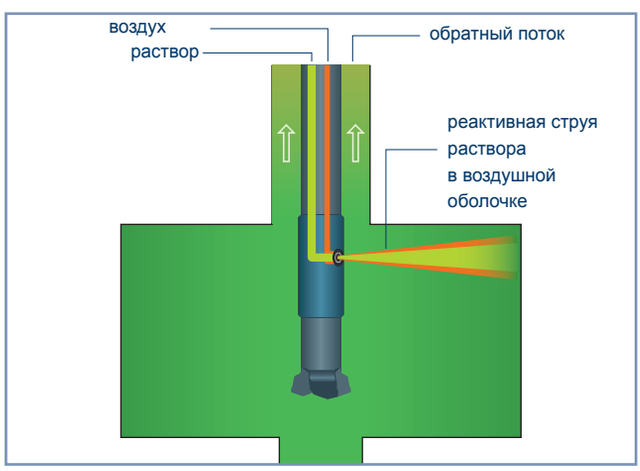
Soilcrete®
варианты выполнения

Soilcrete® производится тремя разными методами. Используемый метод определяется, исходя из преобладающих грунтовых условий, геометрических форм и требуемого количества элементов Soilcrete®.



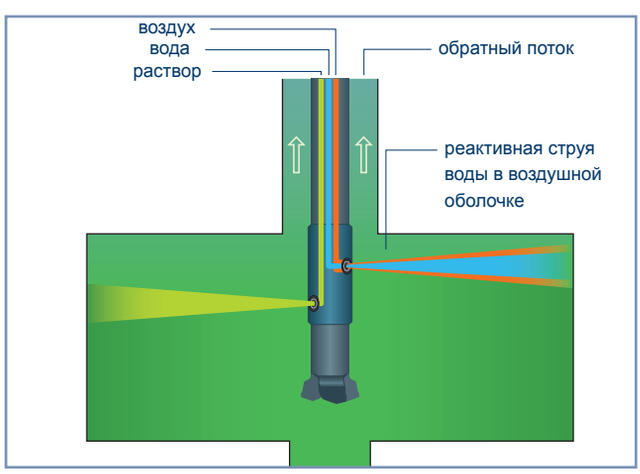
Soilcrete® – S

Soilcrete® производится тремя разными методами. Используемый метод определяется исходя из преобладающих грунтовых условий, геометрических форм и требуемого количества элементов Soilcrete®.



Soilcrete® – D

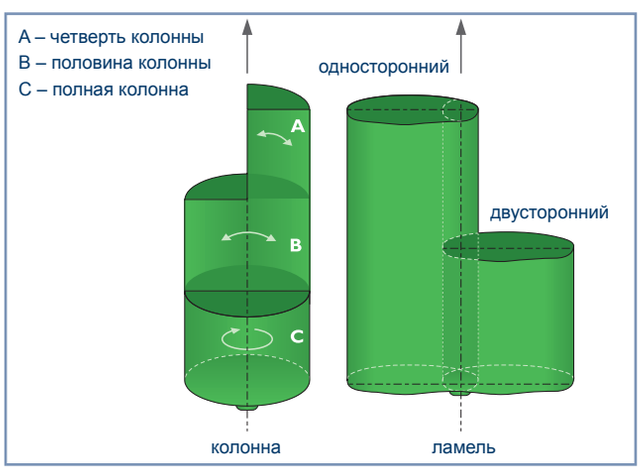
Двойной (D – double) прямой процесс осуществляется с помощью струи раствора со скоростью до 200 м/с для одновременного разрыва и перемешивания грунта. Для усиления эффективности эрозии и дальности струи раствора используется воздушная оболочка струи, подаваемая через кольцевидное воздушное сопло. Двойной процесс используется для колонн струйной цементации от среднего до очень большого размера.



Soilcrete® – T

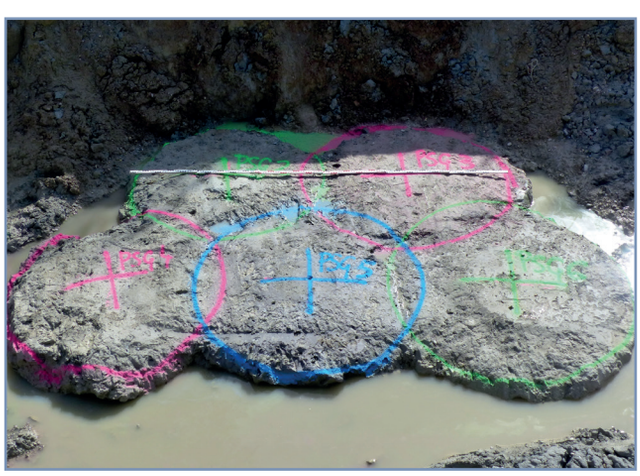
Тройной (T – triple) процесс разделения производит эрозию грунта с помощью струи воды в воздушной оболочке со скоростью до 200 м/с на выходе. Раствор инъецируется одновременно через дополнительное сопло, расположенное ниже сопла с водяной струей. Давление в насосе для раствора колеблется в области 15 атмосфер. Существует разновидность этого процесса, в которой отсутствует воздушная оболочка водяной струи. Тройной процесс используется в основном для связных грунтов.

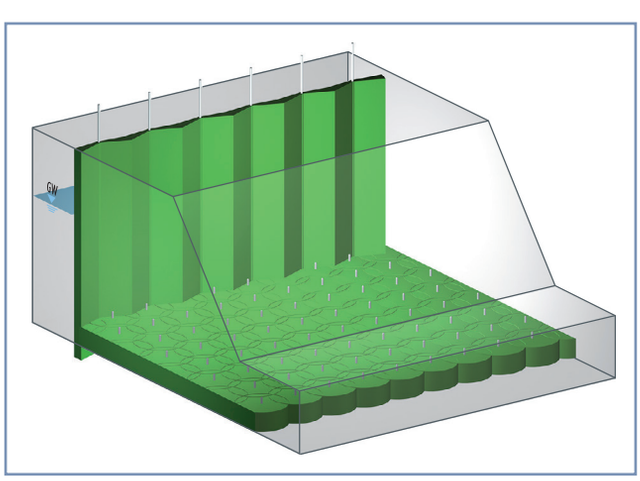
Геометрия конструктивных элементов Soilcrete®



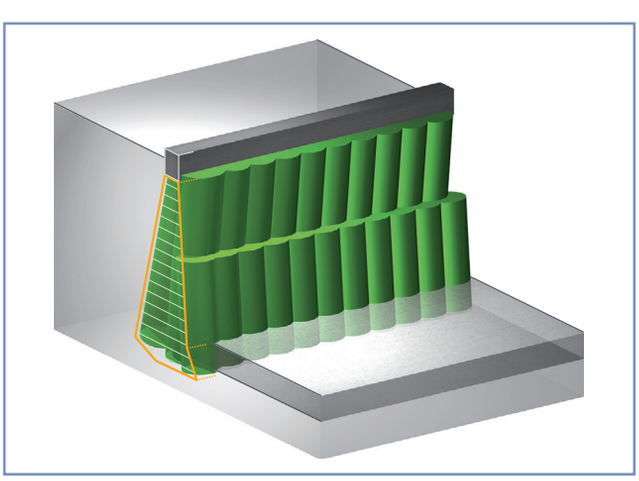
Основные геометрические формы элементов Soilcrete® создаются путем движения буровых штанг:

- Погружение, вращение и создание цельных колонн.
- Погружение, неполное вращение и создание сегментов и полуколонн.
- Погружение без вращения, образующее ламели, если используются несколько сопл, то могут образовываться группы ламели





Панельная стена с изоляционной плитой (экраном)



Усиление и поднятие элементов

Совершенство превосходства

Soilcrete® – описание процесса

Soilcrete® (струйная цементация) является методом обработки и улучшения свойств грунта. Грунт вокруг пробуренной скважины поддается процессу эрозии от высокоскоростных струй цементного раствора или воды. Soilcrete® выполняется тремя разными методами, в зависимости от грунтовых условий и требований проекта: Одиночный (S-Single) прямой процесс с одной или более струей раствора; Двойной (D – double) прямой процесс с одной или более струей раствора в воздушной оболочке; Тройной (T – triple) процесс с одной или более водной струей в воздушной оболочке и одновременно подаваемой струей раствора.

Подверженный эрозии грунт становится твердыми частичками в суспензии и смешивается с цементным раствором (и водой в случае тройного процесса). Избыточный грунто-водо-цементный раствор выводится через кольцевидное пространство между буровыми штангами и стенками скважины. Эрозия и процесс замены постоянно контролируются и данные выводятся в электронном виде в режиме реального времени системами KELLER-DAQ. Элементы Soilcrete® создаются в различных геометрических формах путем движения буровых штанг и могут быть соединены и продолжены различными способами.

Soilcrete® – свойства

Прочность на сжатие без ограничения бокового расширения Soilcrete® определяется содержанием цемента, остаточной долей грунта в образовавшемся массиве и его свойствами. Эффект водонепроницаемости достигается за счет заполнения пор материалом раствора. Гомогенность, получаемая в процессе обработки грунта, определяет степень снижения проницаемости.

В зависимости от природы грунтов, введенных материалов и достигнутой гомогенности, экраны из Soilcrete® способны уменьшить коэффициент пропускной способности на несколько порядков. Высокие требования по отношению к степени непроницаемости могут быть достигнуты за счет правильного подбора материалов и рабочих параметров вместе со строгим режимом контроля качества. Во многих применениях Soilcrete® элементы используются как несущие элементы и как экраны.

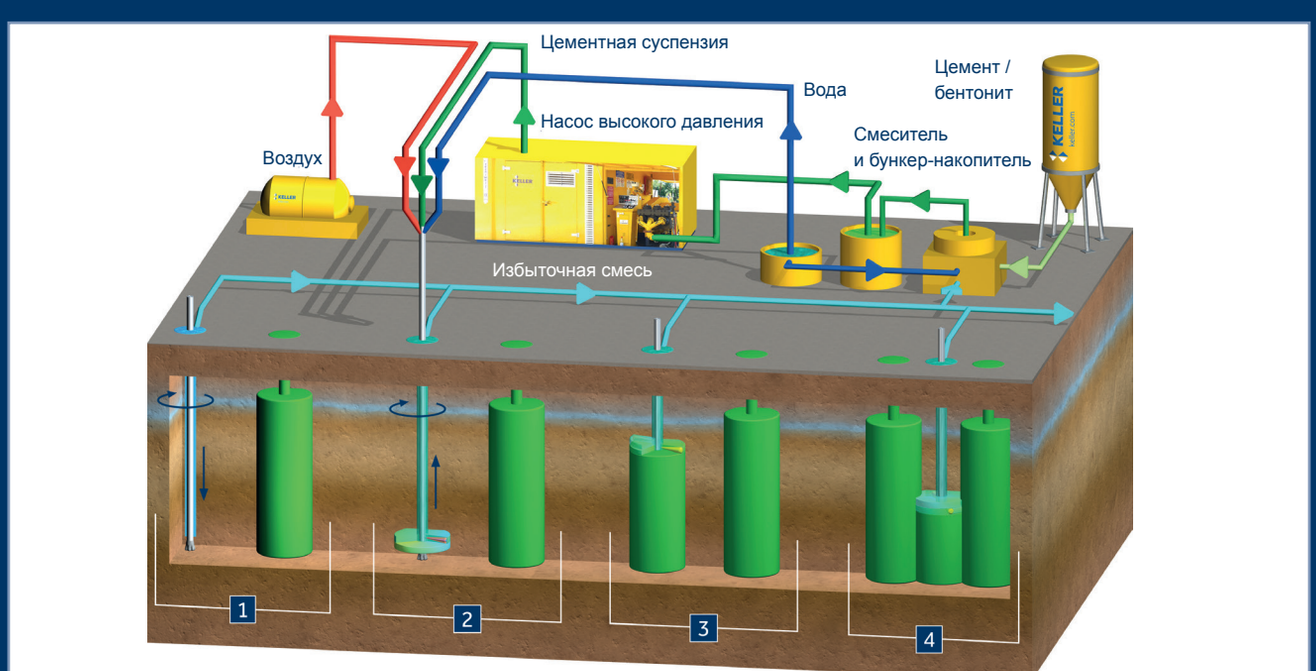
Основные технические показатели

- **Высокоскоростные режущие струи раствора или воды и воздуха со скоростью на выходе > 200 м/с**
- **Дальность эрозии струй до нескольких метров**
- **Применимо для подстилающих грунтов от органического торфа и глины до крупного гравия**
- **Нормативная прочность на сжатие без ограничения бокового расширения до 20 МПа**
- **Глубины бурения, превышающие 50 м**
- **Возможность производить элементы Soilcrete® разнообразных геометрических форм**
- **Выполнение согласно европейскому стандарту EN 12716 и требованиям СНИП**

Soilcrete® – Последовательность выполнения работ

Инсталляции на объекте для выполнения работ по технологии Soilcrete® состоят из силосов для цемента или вяжущего и других связывающих компонентов, автоматических смесителей, накопительных емкостей для раствора и насосов высокого давления. Сертифицированные рукава высокого давления соединяют буровую установку на скважине с насосом.

Мачта буровой установки может быть длиной от менее 2 м для ограниченного пространства до 35 м на открытых участках. Скважины обычно устраиваются в небольших траншеях откуда буровой шлам удаляется при помощи грязевых насосов. Буровой шлам выкачивается в очистные пруды, силосы или канавы. При необходимости для повторной переработки и уменьшения объема шлама используются дополнительные сооружения и оборудование.



Бурение
Буровые штанги, оборудованные монитором (элемент, в который устанавливается форсунка), и буровые коронки используются для достижения заданной глубины.

Подача струи
Процесс эрозии грунта режущей струей раствора/воды начинается на нижней отметки скважины. Избыточная водно-грунтово-цементная смесь выходит на поверхность. Постоянный мониторинг всех необходимых параметров гарантируется применением систем KELLER-DAQ.

Подача раствора
Одновременно с процессом эрозии грунта цементная суспензия подается или в виде режущей струи, или через специальные отверстия в мониторе или насадке для бурения. Турбулентность, вызванная процессом подачи струи, приводит к необходимому однородному перемешиванию компонентов, формирующих элемент Soilcrete®.

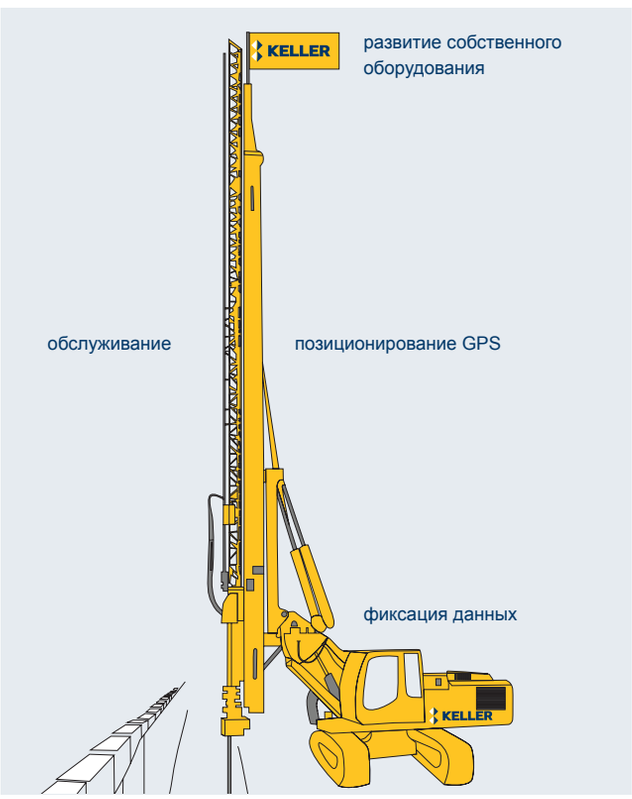
Расширение
Элементы Soilcrete® различных форм могут создаваться свежий к свежему или свежий к схватившемуся и компоноваться и соединяться множеством различных способов.

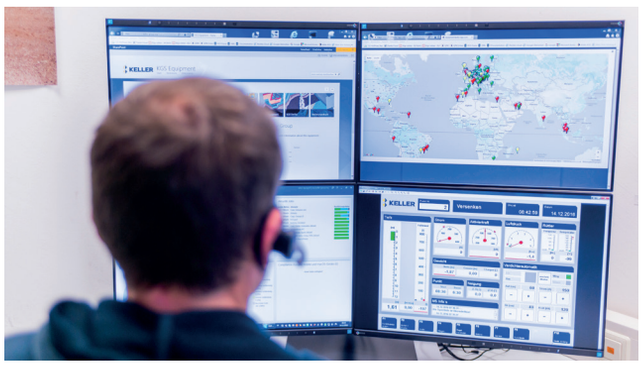
Контроль качества Soilcrete®

Эффективность, надежность и качество за счет автоматизации процесса и контроля процесса.

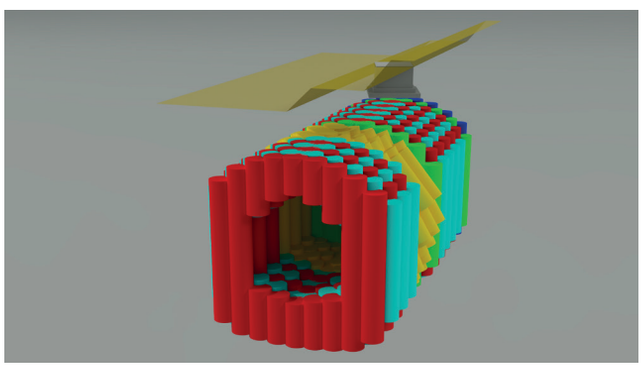
Эффективность по затратам и времени без компромиссов в вопросах качества является нашей отличительной чертой. Мы понимаем, что наши клиенты несут ответственность перед своими клиентами и акционерами. Так как мы делаем фундаменты проектов, мы очень серьезно подходим к оценке своей ответственности и стремимся достичь соответствия ожиданиям и требованиям заказчиков.

Процесс управления качеством Keller объединяет наш инженерный отдел и отделы поддержки и обслуживания, с персоналом и оборудованием на объекте. В процессе выполнения работ датчики записывают ключевые производственные параметры, такие как глубина, давление, расход, скорость подъема, скорость вращения и другие данные в электронном виде в режиме реального времени, чтобы обеспечить необходимый контроль качества и передать отчет в инженерные офисы. Наши инженеры, используя комплексы поддержки, изучают полученные данные и принимают решения об адаптации расчетов, изменениях в процессе или необходимых действиях. Этот продвинутый метод автоматизации и контроля процесса позволяет нам уменьшить простои оборудования, оперативно реагировать на непредвиденные изменения грунтовых условий, оптимизировать производительность и эффективность работ. Таким образом наши заказчики приобретают выгоду от качества и безопасности, являющимися составляющими надежного выполнения работ.





Запись данных системой M5



Визуализация

Запись данных системой M5

Пересмотренные нормы EN 12716 2018 года сделают обязательными цифровую запись данных на протяжении всего процесса в режиме реального времени. Keller в течение многих лет пользуется системой сбора и обработки данных M5, разработанную собственными силами, для всех технологий Keller, включая Soilcrete®. Записываются все необходимые параметры выполнения работ, такие как скорость подъема и количество вращений буровой штанги, давления и расходы всех жидких субстанций и воздуха, а также крутящий момент, сила вертикального давления и другие. Это самый важный инструмент для сверки параметров исполнения для каждого отдельного элемента.

Контроль диаметра

Отбор образцов и лабораторные испытания

Визуализация

Проекты с использованием технологии Soilcrete® становятся все более сложными с течением времени. Чтобы поддерживать высокий уровень качества, нам необходимы новые методы визуализации устроенных элементов Soilcrete®. Keller разрабатывает новые методы выполнения точной 3D визуализации с высоким разрешением. Точный контроль расположения инструмента при помощи GPS и точные измерения отклонения скважин совместно помогают осуществить это.

Оборудование

Группа Keller имеет свое собственное подразделение, производящее уникальное оборудование и инструмент для струйной цементации. Это позволяет компании Keller проектировать и производить буровые с широким диапазоном функционала, масса буровых варьируется от 3 т до более 40 т. Каждая буровая оснащена системой сбора информации M5. В случае необходимости могут быть установлены системы позиционирования GPS, автоматизированной подачи штанг, удлинители мачт, специальный буровой и инъекционный инструмент. Удаленный мониторинг и обслуживание на объекте осуществляются командой профессиональных электриков и механиков.

Контроль диаметра

Отдельно от прочности материалов и эффекта непроницаемости, крайне необходимым для соответствия проектным требованиям является определение диаметра элемента во всех слоях обработанного грунта. Акустический инспектор колонн Keller ACI© (ACI© - Acoustic Column Inspector) был разработан и запатентован для возможности измерения диаметров и оптимизации производственных параметров на больших глубинах и в процессе выполнения инъекции. Дополнительной функцией ACI© является способность контролировать и показывать соединение между элементами и существующими конструкциями, такими как шпунтовое ограждение, стена в грунте и другие системы горизонтальной поддержки.

Отбор образцов и лабораторные испытания

В состав указанных в большинстве проектов требований входит определенная характеристика прочности, часто вместе со снижением проницаемости (пропуском жидкости). Для отбора проб с целью проверки свойств колонн используются различные методы, такие как керны, отбор образцов из свежего раствора с использованием захватных устройств или коронок, а также из шлама. Эти образцы испытываются в сертифицированных лабораториях на прочность и проницаемость при необходимости.

ТОО “Keller Central Asia”
(Келлер Централ Азия)

Ул. Сатпаева, 21Б, офис 4
060011 Атырау, Казахстан
Тел.: +7 7122 76 60 01
Email: info.kz@keller.com
www.keller.com

67-01E_18