

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЩЕБЕНОЧНЫХ И ПЕСЧАНЫХ СВАЙ ДЛЯ УСИЛЕНИЯ СЛАБЫХ ГРУНТОВ ОСНОВАНИЯ

Уильем Деген Betterground GmbH (Германия, Мюнхен)

Павел Долгов ООО «ГЕОИЗОЛ» (Россия, Санкт-Петербург)

Вячеслав Смоленков ООО «ГЕОИЗОЛ» (Россия, Санкт-Петербург)

Технология устройства щебеночных свай применяется для увеличения несущей способности грунтов основания проектируемого сооружения, предотвращения возможной потери устойчивости основания, уменьшения деформаций и времени стабилизации деформаций, для исключения возможности разжижения и потери прочности грунтов при сейсмическом воздействии.

Щебеночные сваи - тип обработки грунта глубинной вибрацией с подачей щебня на дно формируемой скважины, при которой глубинный вибратор используется для создания непрерывных колонн из щебня с заданными длиной и диаметром.

Устройство щебеночных свай выполняется в широком диапазоне инженерно-геологических условий, при наличии в основании глин и пылевато-глинистых грунтов, слабых глинистых грунтов и торфов. При использовании технологии возможно прохождение через песчаные и гравелистые грунты с частичным их уплотнением.

Технологический процесс устройства щебеночных свай включает в себя следующую последовательность (рис. 1):

- 1) Глубинный вибратор погружается с помощью вибрации и подачи воздуха (иногда с минимальной подачей воды под давлением для прохождения плотных слоев),
- 2) Щебень вводится через специальный привод вдоль вибратора под давлением сжатого воздуха,
- 3) Виброинструмент совершает возвратно-поступательные движения, уплотняя щебень и постепенно перемещаясь вверх формирует тело сваи,

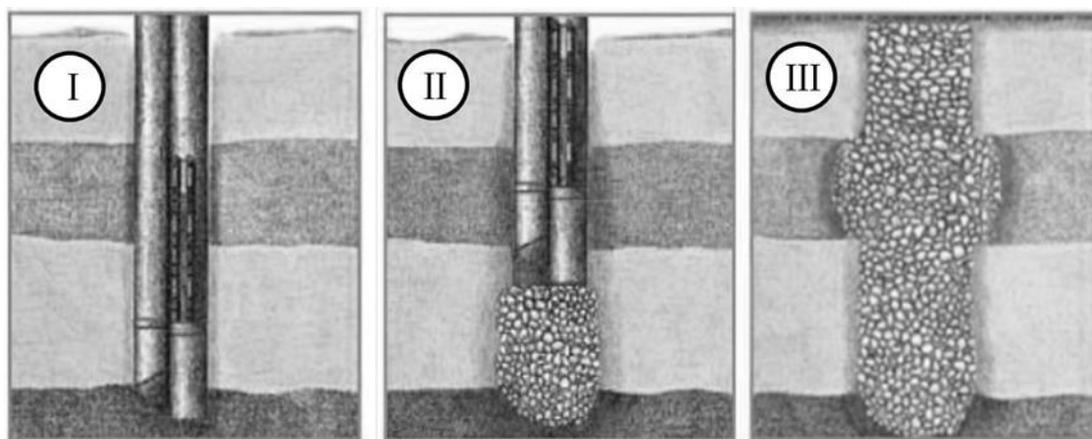


Рис. 1. Последовательность изготовления щебеночных свай

Щебеночные сваи не являются отдельно несущим элементом, как например сваи выполненные из бетона. При устройстве щебеночных свай происходит увеличение прочностных характеристик массива грунта, в пределах которого выполняется усиление, вследствие чего значительно увеличивается его несущая способность и устойчивость. Устройство свай позволяет уменьшить значение деформаций основания от 2 до 6 раз. Щебеночные сваи представляют собой массивные дренажи, вследствие чего при строительстве в условиях залегания в основании медленноуплотняющихся водонасыщенных глинистых грунтов значительно уменьшаются сроки стабилизации деформаций.

Сечение щебеночной сваи, полученное в результате уплотнения, ограничивается объемом расходуемого материала, временем уплотнения и характеристиками исходного

грунта. Диаметр формируется в процессе работы и не является жестко ограниченным. Таким образом, возможно формирование щебеночной сваи переменного сечения в зависимости от задачи, например увеличения диаметра сваи в слабых грунтах прочностные свойства которых требуется улучшить и уменьшение сечения в плотных песчаных и гравелистых грунтах. Под действием нагрузки на усиленное основание происходит увеличение щебеночной сваи в сечении, при этом возникает дополнительное давление на грунт в межсвайном пространстве, вследствие чего он уплотняется.

При строительстве в крайне слабых глинистых грунтах (значение сопротивления недренированному сдвигу менее 5 кПа), устройство щебеночных свай может комбинироваться с технологией устройства геосинтетических дрен, используемых для предварительной консолидации и уплотнения основания.

При изготовлении щебеночных свай используется специальное оборудование, так называемый виброфлот – глубинный вибратор диаметром от 290 мм до 460 мм, подбираемый в зависимости от поставленной задачи. Для подачи уплотняемого материала под нижний конец оборудования, к вибратору крепится специальный привод. Существует возможность крепления оборудования на экскаватор, копровую установку и кран.

Оборудование позволяет выполнять устройство свай на глубину от 3 до 30 м, при необходимости усиления грунтов на большую глубину возможно изготовления оборудования специально под проект.

При уплотнении щебеночная свая достигает диаметра от 0,6 м до 3,5 м в зависимости от задачи и грунтовых условий площадки строительства. В качестве материала уплотнения используется щебень фракции 5-50 мм, также возможно использование песка.

Необходимо отметить высокую производительность устройства щебеночных свай, которая составляет от 200 до 400 метров погонных за смену.

Данная технология положительно зарекомендовала себя при усилении слабых грунтов, на множестве объектов по всему миру, в том числе, успешно реализована компанией ООО «ГЕОИЗОЛ» при усилении основания насыпи сложенного слабыми заторфованными грунтами на участке скоростной автомобильной дороги Москва-Санкт-Петербург - М11, при усилении слабых глинистых грунтов при создании искусственного земельного участка на территории Крестовского острова в Финском заливе, при устройстве опытной площадки в условиях залегания с поверхности заторфованных грунтов на глубину до 7 м на объекте «Строительство автомобильной дороги А-121 «Сортавала» и других объектах.

При производстве работ по устройству щебеночных свай выполняется оперативный контроль качества изготовления с помощью панели управления. Регистрируется глубина, сила тока, давление воздуха, отклонение свай по вертикали, дата и время, объем подаваемого материала. Полученные данные позволяют судить о качестве выполнения работ, по результатам формируется паспорт каждой сваи с указанием контрольных параметров и профилем сваи. С целью определения качества уплотнения основания могут выполняться натурные испытания фрагмента усиленного основания статической нагрузкой, испытания методом статического зондирования, одомерические испытания, испытания крыльчаткой и др.

Мировой опыт использования технологии усиления грунта путем глубинной вибрации насчитывает более 70 лет. При определении характеристик усиленного массива грунта используются известные аналитические методики расчета [1] признанные во всем мире. Для расчета деформаций, устойчивости и времени консолидации могут использоваться отечественные нормативные методики расчета [2,3,4,5], а так же современные программные комплексы с использованием метода конечных элементов. С целью стандартизации и нормирования проектирования и производства щебеночных свай, в 2005 году создан Европейский нормативный документ DIN EN 14731.2005 “Выполнение специальных геотехнических работ – Укрепление грунта путем глубинной вибрации” [6].

Устройство щебеночных свай по технологии виброуплотнения широко используется в мировой практике и зарекомендовало себя как надежный способ усиления основания проектируемых сооружений транспортной инфраструктуры.

Список литературы.

1. Heinz J.Priebe «The design of vibro replacement»
2. СП 22.13330.2011 «Основания зданий и сооружений»
3. СП 116.13330.2012 «Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов»
4. СП 34.13330.2012 «Автомобильные дороги»
5. Пособие по проектированию оснований зданий и сооружений (к СНиП 2.02.01-83)
6. DIN EN 14731-2005. Execution of special geotechnical works – Ground treatment by deep vibration