

*Дрогалина Т.А.,
магистрант,
Тамбовский государственный технический университет,
Россия, г. Тамбов*

ПРИМЕНЕНИЕ ВЕРТИКАЛЬНЫХ ПЕСЧАНЫХ ДРЕН ПРИ УПЛОТНЕНИИ СЛАБЫХ ВОДОНАСЫЩЕННЫХ ГРУНТОВ

***Аннотация:** исследованы случаи применения метода вертикальных песчаных дрен. Рассмотрен вопрос возможности устройства вертикальных песчаных дрен в слабых водонасыщенных грунтах. Сделаны выводы о достоинствах и недостатках метода вертикального дренажа.*

***Ключевые слова:** вертикальные песчаные дрены, поровая вода, фильтрация, уплотнение, шаг дрен.*

***Abstract:** the cases of using the vertical sand drains method are investigated. The question of the possibility of vertical sand drains in weak water-saturated soils is considered. Conclusions are drawn about the advantages and disadvantages of the vertical drainage method.*

***Keywords:** vertical sand drains, pore water, filtration, compaction, step drains.*

Метод вертикального дренажа применяется при возведении зданий и сооружений на больших площадях, основанием которых является слабый водонасыщенный грунт.

«Данный метод основан на том, что уплотнение слабых водонасыщенных грунтов происходит за счет процесса отжатия поровой воды (процесса фильтрационной консолидации)» [1, с. 136]. Устройство вертикальных песчаных дрен способствует сокращению путей фильтрации отжимаемой поровой воды из уплотняемого грунта до дренажной поверхности, таким образом, уменьшая время уплотнения.

Устройство вертикальных песчаных дрен производится в следующей последовательности. Металлическая труба с закрытым наконечником погружается на заданную глубину вибратором или вибромолотом. Труба заполняется песком или песчано-гравийной смесью на высоту 2...4 м. Материал для заполнения не должен содержать частицы крупнее 60 мм. Также наличие пылеватых или глинистых частиц не должно превышать 3 %. После заполнения трубы включают вибратор или вибромолот. Трубу поднимают, оставляя в скважине столб песка. Затем в трубу засыпают очередную порцию песка и снова поднимают. «Длина обсадной трубы должна быть больше длины вертикальной дрены не менее чем на 2 метра» [2, с. 88].

Песчаные дрены могут устраиваться как на всю толщину слабого грунта (опертые вертикальные дрены), так и на его часть (висячие вертикальные дрены). Дрены, проходящие через всю толщу водонасыщенного основания необходимо доводить до прочного слоя грунта. В том случае, если оборудование не позволяет этого сделать устраивают висячие дрены.

Над вертикальными дренами устраивают песчаную подушку толщиной 0,6 – 1 м, которая служит в качестве горизонтального дренажа.

Для того, чтобы повысить давление в поровой воде и ускорить ее отжатие в песчаные дрены устраивают пригрузочную насыпь высотой 10...15 м. «Максимальную пригрузку назначают в зависимости от прочности основания и в соответствии с технико-экономическими соображениями» [3, с. 7].

Устроенные таким образом дрены совместно с песчаной подушкой при нагружении толщи грунтов весом пригрузочной насыпи или сооружения способствуют относительно быстрому отжатию воды из толщи грунта.

Одной из важных задач является назначение шага между дренами. Если шаг дрен больше оптимального, то это приведет к увеличению времени уплотнения. Частый шаг дрен сокращает время уплотнения, но при этом вызовет удорожание работ по внедрению. В большинстве случаев шаг дрен принимают 2 ... 4 м. Расстояние между дренами определяет величину эффективного диаметра

дрены D . Она представляет собой диаметр условного расчетного цилиндра, из которого происходит перемещение поровой воды в дренах путем отжатия.

В плане вертикальные песчаные дренажи располагают в шахматном порядке, по квадратной или треугольной сетке. При расположении дренажей по треугольной сетке эффективный диаметр равен 1,05 расстояния между дренажами, в остальных случаях – 1,13.

Применение метода вертикальных песчаных дренажей наиболее целесообразно для оснований с коэффициентом фильтрации от 1 до $1 \cdot 10^{-4}$ м/сутки. В том случае, если значение выше указанного предела, то фильтрация протекает достаточно быстро, исключая необходимость устройства песчаных дренажей, если ниже, то расчетный шаг дренажей окажется слишком малым и применение данного мероприятия также будет являться нецелесообразным.

«Расстояние между дренажами определяется путем подбора, в зависимости от заданного срока достижения требуемой степени консолидации основания U_{mp} » [3, с. 10]. Расчет повторяют до тех пор, пока при некотором значении шага дренажей степень консолидации основания на заданный момент времени t не будет соответствовать требуемому значению U_{mp} .

Отжатие поровой воды происходит как в вертикальные дренажи, так и в песчаную подушку, поэтому время консолидации необходимо рассчитывать отдельно как в горизонтальном, так и в вертикальном направлении. Затем определяют время, за которое происходит отдельная часть осадки.

Степень консолидации грунта $U_{общ}(\%)$ на данный момент времени определяется по формуле:

$$U_{общ} = 100 - 0,01(100 - U_r)(100 - U_v),$$

где U_r – степень консолидации основания при горизонтальной фильтрации воды;

U_v – степень консолидации основания при вертикальной фильтрации воды.

«Расчет ведут для участков с относительно одинаковыми высотой насыпи, мощностью слабой толщи и ее строением» [3, с. 10]. Неоднородные участки разбивают на секции.

Метод вертикального дренажа при уплотнении слабых водонасыщенных грунтов недостаточно изучен. Многие исследователи с осторожностью оценивают эффективность данного метода, поэтому рекомендуют назначать шаг дрен исходя из имеющихся в нем фильтрующих прослоек для возможного увеличения шага дрен.

Также, оценивая целесообразность применения метода вертикальных песчаных дрен, необходимо учитывать водопроницаемость сжимаемой толщи, ее сжимаемость и величину начального градиента фильтрации.

Таким образом, метод применения вертикальных песчаных дрен является действенным для упрочнения слабых водонасыщенных грунтов, так как их устройство способствует сокращению путей фильтрации и быстрому уплотнению грунтов основания. Однако данный способ имеет ряд недостатков, к которым относится недостаточная изученность механизма работы дрен и большие трудозатраты при устройстве пригрузочной насыпи, приводящие к ограничению использования этого метода в строительстве.

Использованные источники:

1. Абелев М.Ю. Слабые водонасыщенные глинистые грунты как основания сооружений. – М.: Стройиздат, 1973.– 288 с.
2. Усманов Р.А. Экспериментальные исследования эффективности уплотнения слабых водонасыщенных лессовых грунтов вертикальными песчаными дренами//Изв. Том. Политех. Ун-та. – 2008. – Т.313, №1: Науки о Земле. – С. 88-91
3. Методические рекомендации по проектированию и технологии сооружения вертикальных песчаных дрен и песчаных свай при возведении земляного полотна на слабых грунтах. – М.: Союздорнии, 1975. – 61 с.