

УДК 624.012

Н.В.Пресникова (2 курс, каф: ТОЭС), А.Г.Вегера, асс.

## УКРЕПЛЕНИЕ ФУНДАМЕНТОВ

Фундаментом называют подземную или подводную часть сооружения, которая передает нагрузку от сооружения грунту основания и распределяет ее, как правило, на большую площадь. Основанием считают слои грунта, залегающие ниже подошвы фундамента и в стороны от него, влияющие на устойчивость фундамента и его перемещения.

Устройством фундамента и заглублением его до прочных грунтов обеспечивают надежное существование сооружения как во время строительства, так и в период его эксплуатации. Именно поэтому целью работы является исследование методов укрепления фундамента, а в особенности – укрепление грунтов.

Устройство песчаных подушек. Замена сильно сжимаемого грунта под фундаментом песчаной подушкой, имеющей более высокий модуль общей деформации в зоне действия наибольших сжимающих напряжений, значительно снижает осадку фундамента. Песчаные подушки ускоряют также уплотнение залегающих ниже водонасыщенных глинистых грунтов вследствие дренирования поровой воды из них в подушку.

Поверхностное уплотнение грунтов. Из методов поверхностного уплотнения грунтов при устройстве оснований наиболее распространен метод уплотнения с помощью тяжелых трамбовок массой 2,5-15,0 т и диаметром 1,2-3,5 м, подвешиваемых к стрелам кранов-экскаваторов и сбрасываемых с высоты 3,5-10,0 м. При этом грунт уплотняется на глубину  $h = 2,0-8,0$  м. Этот метод применяют для уплотнения глинистых и песчаных грунтов, имеющих степень влажности  $S_r \leq 0,75$ . Поверхностное уплотнение широко используют для устранения просадочных свойств лессовидных грунтов. Метод вытрамбовывания котлованов заключается в сбрасывании в одно и то же место с высоты 4,0-8,0 м трамбовки массой 1,5-10,0 т, имеющей форму будущего фундамента. При этом грунт ниже котлована и вокруг него уплотняется. Несущая способность фундамента возрастает и за счет уплотнения грунта.

Глубинное уплотнение сваями. Сущность способа заключается в устройстве на определенном расстоянии друг от друга скважин, которые заполняют уплотненным грунтом. Для образования скважин применяют способы, основанные на вытеснении природного грунта из объема, занимаемого скважиной. Вследствие этого и происходит уплотнение грунта между сваями. Несущая способность основания повышается и за счет самих грунтовых свай, в которых грунт доводится до состояния требуемой плотности. Песчаные сваи устраивают для уплотнения водонасыщенных рыхлых песчаных грунтов, мелких и пылеватых песков, песчаных грунтов с прослойками суглинков, глин или илов. Грунтоцементные сваи устраивают буромесительным способом. Цемент или его суспензию вводят в грунт специальным буромесителем, который одновременно размельчает лопастями грунт и равномерно перемешивает его с цементной суспензией непосредственно в скважине. Одним из видов грунтоцементных свай являются илоцементные.

Глубинное виброуплотнение песков. Рыхлые пески можно уплотнить специальными виброустановками, гидровибрационными установками, а также глубинными вибраторами, используемыми для изготовления бетонной смеси.

Другие способы уплотнения грунтов. Предварительно замоченные лессовидные просадочные грунты, рыхлые пески и супеси могут быть уплотнены подводными или

глубинными взрывами. Основания, сложенные как песчаными, так и глинистыми грунтами, могут быть уплотнены методом предварительного обжигания их силой тяжести насыпи. Однако для создания необходимого давления на уплотняемое основание обычно требуется большой объем грунта насыпи. Уплотнить водопроницаемые грунты можно понижением уровня подземных вод с помощью иглофильтрных установок или водопонизительных скважин. Этим устраняется взвешивающее действие воды на грунтовые частицы, что увеличивает их вес, под действием которого и происходит уплотнения основания.

Способы закрепления грунтов. Под закреплением грунтов подразумевают такие методы их упрочнения, при которых между частицами грунта искусственным путем создаются дополнительные связи, в результате чего возрастает прочность грунта и уменьшается его сжимаемость. В отличие от методов уплотнения, рассмотренных выше, при закреплении грунтов их структура существенно не меняется.

Инъекционные методы. Этими методами могут быть закреплены грунты, обладающие значительной водонепроницаемостью, что позволяет нагнетать в них закрепляющие растворы. К таким грунтам относятся все несвязные, макропористые лессовые и трещиноватые скальные и полускальные. При таком методе увеличивается и плотность закрепленного грунта за счет дополнительной массы нагнетаемых растворов (инъекционные химические методы, битумизация и глинизация).

Укрепление глинистых грунтов с помощью электрического тока. Если через глинистый грунт пропускать постоянный ток, то содержащаяся в грунте вода будет двигаться в сторону катода (электроосмос). Кроме того, под действием постоянного тока часть связанной воды переходит в свободную, в результате чего увеличивается эффективное сечение пор, способное пропускать свободную воду. Вследствие этого коэффициент фильтрации в суглинистых грунтах возрастает в 10-12, а в глинистых до 100 раз.

Термическое закрепление грунтов. Его производят путем глубинного обжига грунтов через пробуренные нагревательные скважины  $d = 15-20$  см. Для обжига могут быть использованы любые виды жидкого, газообразного и твердого топлива, а также электричество. Глубинный обжиг применяют для упрочнения грунтов под фундаментами. Устройства из обожженных грунтов подпорных стенок, обделок подземных выработок, для ликвидации просадочных свойств грунтов и их способности к пучению. Наибольшее применение этот метод нашел для устранения просадочных свойств и упрочнения лессовых и лессовидных суглинков. Обжигу могут быть подвергнуты и другие грунты с содержанием глинистых частиц и менее 7% и  $Sr \leq 0,8$ .

Искусственное замораживание грунтов. Этот способ используют для ограждения глубоких котлованов, отрываемых в водонасыщенных грунтах. Стенка из замороженного грунта вокруг котлована воспринимает давление воды и грунта, а также препятствует поступлению воды в котлован. Искусственное замораживание грунтов применяют при постройке подземных вестибюлей и наклонных вводов метрополитена, при сооружении шахт в горном деле, для устройства противофильтрационных завес в гидротехническом строительстве, для ограждения больших котлованов при сооружении фундаментов мостов.

Новые технологии. Инъекционные материалы и технологии «GEOPUR». Область применения материала очень широкая, в связи с тем, что эта система пригодна для решения самых частых проблем при строительстве подземных сооружений, а именно: стабилизации и изоляции.

Описание системы. Материал состоит из двух компонентов, которые при применении, непосредственно смешиваясь, создают полимерный материал с необходимыми физическими свойствами. Полимер способен к распространению в горной

породе. Причиной этого является с одной стороны давление инъекции, с другой стороны расширение объема за счет химической реакции. Расползающийся, находящийся еще в жидкой фазе, полимер закрепляет частицы обхваченного материала и в ходе отверждения образуется геополимер. Прочностные свойства создавшегося таким образом материала заполняют даже самые легкие поры и трещины. Материал удовлетворяет гигиеническим предписаниям, как при переработке, так и при отверждении. После отверждения химическая стойкость материала хорошая.

Таким образом, в работе рассмотрены различные способы укрепления фундамента. Конкретный способ выбирают путем сравнения вариантов по технико-экономическим показателям с учетом области применения каждого метода.

