

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	5
1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПРИ РЕМОНТЕ И РЕКОНСТРУКЦИИ ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ.....	5
1.1. Общее содержание работ при ремонте, реконструкции и модернизации подземных сооружений	5
1.2. Дополнительные работы для зданий и сооружений повышенной ответственности.....	11
2. УЛУЧШЕНИЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ СВОЙСТВ ГРУНТОВ ОСНОВАНИЯ.....	13
2.1. Полная или частичная замена грунта	13
2.2. Закрепление грунта инъекцией.....	14
2.3. Струйная цементация грунтов	16
3. РЕКОНСТРУКЦИЯ ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ	21
3.1. Ремонт и реконструкция фундаментов	21
3.2. Ремонт и реконструкция тоннелей.....	28
4. СНОС ФУНДАМЕНТОВ.....	36
Вопросы для самопроверки.....	38
Заключение	39
Термины и обозначения	39
Библиографический список.....	40

ВВЕДЕНИЕ

В учебно-методическом пособии приведены последовательности основных работ при ремонте и реконструкции подземных сооружений, а также состав работ при обследовании зданий и сооружений, в том числе грунтов основания. Показаны современные методы определения фактических свойств материалов несущих конструкций зданий и сооружений, а также методы улучшения свойств оснований фундаментов реконструируемых зданий и сооружений. Перечислен состав работ и необходимое материально-техническое обеспечение при сносе фундаментов.

Пособие предназначено для использования студентами дневной, вечерней и заочной форм обучения при работе над курсовым проектом. Также представленные алгоритмы расчета конструкций могут быть полезны в работе над дипломным проектом.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПРИ РЕМОНТЕ И РЕКОНСТРУКЦИИ ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ

В главе 1 приведены основные положения нормативных документов в области ремонта и реконструкции, в том числе подземных сооружений, содержание работ, последовательность обследования и инженерных изысканий при ремонте и реконструкции подземных сооружений.

1.1. ОБЩЕЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТ ПРИ РЕМОНТЕ, РЕКОНСТРУКЦИИ И МОДЕРНИЗАЦИИ ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ

При техническом обслуживании подземных сооружений выделяют следующие технологические процессы: текущий ремонт; капитальный ремонт; реконструкция; модернизация.

Общие требования по выполнению текущего и капитального ремонта приведены в СП 255.1325800.2016 «Здания и сооружения. Правила эксплуатации. Основные положения».

Текущий ремонт — комплекс мероприятий, которые осуществляются в плановом порядке в течение расчетного срока эксплуатации зданий и сооружений для восстановления их исправности, работоспособности и частичного восстановления их ресурса.

Капитальный ремонт — замена и (или) восстановление строительных конструкций или их элементов в зданиях и сооружениях, за исключением несущих элементов; замена или восстановление инженерных сетей, а также замена отдельных несущих элементов на аналогичные или их восстановление.

Частным случаем является **ремонт тоннелей**: здесь текущий ремонт подразумевает устранение дефектов обделки, а капитальный — повышение несущей способности обделок, работы по устройству обратного свода, сооружение заобделочных дренажных устройств, укрепление обделки и приконтурного массива, заделка вывалов, перекладка отдельных колен обделки и сооружение дополнительных ниш и камер [12; 13].

Основные положения по реконструкции и модернизации зданий и сооружений содержатся в СП 13-102–2003 «Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений».

Реконструкция здания — комплекс работ и мероприятий, связанных с изменением основных показателей зданий и сооружений: нагрузок, планировки, строительного объема и площади здания или сооружения, его инженерной оснащенности. Реконструкцию зданий и сооружений проводят при изменениях условий эксплуатации, а также для восстановления конструкций здания при их моральном и физическом износе.

Модернизация здания — частный случай реконструкции. При модернизации осуществляют изменение и обновление архитектурных и технических решений зданий и сооружений в соответствии с действующими нормами к условиям проживания и эксплуатационным параметрам зданий и сооружений.

При реконструкции тоннелей обычно стоит задача существенного изменения их конструктивных деталей и параметров обделки путем их усиления или замены на более мощные.

Для определения комплекса работ по ремонту и реконструкции зданий и сооружений, включая подземные, обычно проводят их обследование для определения категории их технического состояния.

Цель комплексного обследования технического состояния зданий и сооружений — определение их действительного технического состояния, а также действительных количественных показателей строительных конструкций с учетом изменений во времени, для установления состава и объемов работ по ремонту, реконструкции и модернизации.

Общие требования по обследованию зданий и сооружений приведены в ГОСТ 31937–2011 «Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния». Согласно данному своду правил, **объектами** обследования технического состояния зданий и сооружений являются следующие элементы: грунты основания, фундаменты, ростверки и фундаментные балки; стены, колонны, столбы; перекрытия и покрытия (в том числе балки, арки, фермы стропильные и подстропильные, плиты, прогоны и др.); балконы, эркеры, лестницы, подкрановые балки и фермы; связевые конструкции, элементы жесткости; стыки и узлы, сопряжения конструкций между собой, способы их соединения и размеры площадок опирания.

Обследование технического состояния зданий (сооружений) должно проводиться в 3 этапа:

- 1) подготовка к проведению обследования;
- 2) предварительное (визуальное) обследование;
- 3) детальное (инструментальное) обследование.

На первом этапе, при **подготовительных работах** к проведению технического обследования зданий и сооружений, получают следующие материалы: техническое задание на обследование, поэтажные планы и технический паспорт на здание (сооружение), акты осмотров здания или сооружения, акты и отчеты ранее проводившихся обследований здания (сооружения), проектную документацию на здание (сооружение), информацию о перестройках, реконструкциях, капитальном ремонте и т.п., геоподоснову, материалы *инженерно-геологических изысканий* (ИГИ) за последние 5 лет, информацию об опасных инженерно-геологических процессах, протокол о порядке доступа в здание (сооружение), информацию об инженерных сетях. Данные материалы, такие как конструктивная схема здания или сооружения, год его постройки, геометрические размеры, расчетная схема, проектные нагрузки, отклонения от проекта, характер внешних воздействий, моральный износ здания и др., позволяют определить в наиболее полном объеме информацию о здании или сооружении.

После проведения подготовительного этапа составляют программу обследования, содержащую перечень конструкций и оборудования здания (сооружения), подлежащих обследованию, места и методы измерений, необходимость и полноту *инженерно-геологических изысканий* (ИГИ), необходимость поверочных расчетов и т.д.

На втором этапе проводят **предварительное визуальное обследование**, целью которого являются предварительная оценка технического состояния строительных конструкций и оборудования здания или сооружения и определение необходимости и полноты инструментального обследования. В результате визуального обследования получают схемы и ведомости дефектов с указанием их мест и характера, описание характерных деформаций здания (при их наличии), таких как прогибы, крены, перекосы и разломы, описание аварийных участков, уточненную конструктивную схему здания или сооружения, предварительную оценку технического состояния здания по выявленным дефектам и характерным признакам. Результаты визуального обследования могут говорить о причинах происхождения дефектов, а в некоторых случаях могут быть достаточными для определения категории технического состояния здания или сооружения. При недостаточности результатов визуального обследования проводят детальное инструментальное обследование. При обнаружении характерных признаков неудовлетворительного состояния грунтового основания, таких как перекосы частей здания, трещины, разломы стен и др., назначают также ИГИ, по результатам которых определяют необходимость в усилении основания.

Третий этап — **детальное инструментальное обследование** — включает следующие работы:

- определение геометрических параметров здания или сооружения, конструкций и узлов;
- инженерно-геологические изыскания;
- инструментальное определение параметров дефектов и повреждений;
- определение фактических физико-механических свойств материалов строительных конструкций здания или сооружения;
- количественную оценку эксплуатационных параметров здания;
- определение усилий в несущих конструкциях здания;
- анализ причин появления дефектов в здании или сооружении;
- итоговый отчет с выводами по результатам всех этапов обследования технического состояния здания или сооружения, содержащего информацию о категории его технического состояния.

При обследовании фундаментов производят откопку шурфов для визуального и инструментального обследования несущих конструкций согласно ГОСТ 31937–2011 «Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния», исходя из следующих требований:

- шурфы откапывают с наружной или внутренней стороны фундаментов в зависимости от местных условий;
- необходимо откапывать по одному шурфу в каждой секции фундамента в наиболее нагруженном и ненагруженном участках;
- для зеркальных или повторяющихся секций в одной откапывают все шурфы, а в остальных — один-два в наиболее нагруженных местах;
- по одному шурфу откапывается в каждой секции, где предусматривается установка дополнительных опор;
- должна быть обязательная откопка шурфов в местах деформаций и дефектов несущих конструкций;
- глубина шурфа должна быть больше глубины заложения фундамента на 50–100 см;
- длина откапываемого шурфа должна быть достаточной для обследования конструкций фундамента.

При определении фактических свойств железобетонных конструкций могут использоваться разрушающие и неразрушающие методы контроля.

Неразрушающие методы контроля прочности бетона приведены в ГОСТ 22690–2015 «Бетоны. Определение прочности механическими методами неразрушающего контроля». К ним относятся:

- метод упругого отскока на связи прочности бетона со значением отскока бойка от поверхности бетона (или прижатого к ней ударника);
- метод пластической деформации на связи прочности бетона с размерами отпечатка на бетоне конструкции (диаметра, глубины и т.п.) или соотношения диаметра отпечатка на бетоне и стандартном металлическом образце при ударе индентора или вдавливании индентора в поверхность бетона;
- метод ударного импульса на связи прочности бетона с энергией удара и ее изменениями в момент соударения бойка с поверхностью бетона;
- метод отрыва на связи напряжения, необходимого для местного разрушения бетона при отрыве приклеенного к нему металлического диска, равного усилию отрыва, деленному на площадь проекции поверхности отрыва бетона на плоскость диска;
- метод отрыва со скалыванием на связи прочности бетона со значением усилия местного разрушения бетона при вырыве из него анкерного устройства;
- метод скалывания ребра на связи прочности бетона со значением усилия, необходимого для скалывания участка бетона на ребре конструкции.

Неразрушающие методы контроля прочности бетона в большинстве своем являются косвенными, и фактическая прочность бетона в таком случае определяется по экспериментальным зависимостям.

К разрушающим методам контроля прочности бетона относится отбор образцов из строительных конструкций и их последующие испытания. Требования к таким методам приведены в ГОСТ 28570–2019 «Бетоны. Методы определения прочности по образцам, отобранным из конструкций». В данном нормативном документе предъявляются требования к качеству и размеру отбираемых образцов.

По итогам обследования зданий и сооружений могут быть выявлены те или иные дефекты в их строительных конструкциях. По совокупности факторов все повреждения и дефекты зданий и сооружений можно разделить на факторы, приведенные в табл. 1.1.

Таблица 1.1

Факторы повреждений

Внешние	Технологические	Дефекты проектирования и строительства	Нарушение режима эксплуатации
Природные: атмосферные, грунтовые, климатические, биологические, сейсмические. Искусственные: нагрузки, взрывы, вибрации, удары, блуждающие токи	Воздействие агрессивных сред. Технологические загрязнения	Потеря прочности и устойчивости несущих конструкций. Повреждения ограждающих конструкций	Нарушение правил использования помещений. Несвоевременный или неудовлетворительный ремонт

При обнаружении в несущих конструкциях подземных сооружений трещин необходимо установить систематическое наблюдение за их развитием (ГОСТ 24846–2012 «Грунты. Методы измерения деформаций оснований зданий и сооружений») для того, чтобы определить характер деформаций и степень опасности для эксплуатации зданий и сооружений. При систематическом осмотре необходимо фиксировать изменение длины трещины, нанося поперечные штрихи около ее концов и подписывая напротив них дату осмотра, а также изменение ее ширины с применением маяков и щелемеров, при ширине трещины более 1 мм и ее глубину.

Данные факторы вызывают характерные дефекты и повреждения в конструкциях, благодаря чему их можно определить. В табл. 1.2 приведены некоторые из них.

Таблица 1.2

Факторы и признаки, по которым можно определить дефекты и повреждения в конструкциях

Конструктивный элемент или его часть	Повреждения	Основные причины повреждения
<i>Естественные основания</i>		
Грунт основания фундамента	Уменьшение расчетного сопротивления грунта, увеличение агрессивности среды	Эксплуатационные факторы: увлажнение, увеличение нагрузки и ошибки при проектировании
<i>Свайные фундаменты</i>		
Сваи	Сваи не объединены в ростверк	Нарушение условий забивки свай или устройства ростверка
	Смещение в плане от проектного расположения свай	Нарушение проекта в процессе устройства свайного фундамента
	Несоответствие класса бетона примененных свай проектному	То же
	Сваи не забиты до проектной отметки	Нарушение проекта в процессе устройства свайного фундамента
Стальная арматура, закладные и соединительные детали	Коррозионные следы на поверхности конструктивных элементов	Коррозия арматуры, закладных деталей
	Коррозия арматуры, закладных деталей, соединительных накладок	Эксплуатационные факторы, нарушения в процессе изготовления

Конструктивный элемент или его часть	Повреждения	Основные причины повреждения
Ростверк	Общие деформации ростверка в вертикальной или горизонтальной плоскости	Нарушения в технологии устройства; эксплуатационные факторы; ошибки при проектировании
	Трещины шириной более 0,3 мм в бетоне ростверка, распространение отдельных из них на цокольные панели	Нарушение технологии производства работ. Эксплуатационные факторы; ошибка при проектировании
	Местные деформации (смятие, сколы и др.) бетона ростверка, в том числе в местах опирания панелей	Нарушение технологии производства работ в процессе возведения; неправильная установка панелей
Гидроизоляция	Полное или частичное отсутствие вертикальной и горизонтальной гидроизоляции ростверка	Нарушения в процессе возведения зданий
Защитные и защитно-декоративные покрытия	Полное или частичное отсутствие защитного покрытия на сваях (ростверке)	Нарушения при изготовлении свай
<i>Фундаменты ленточные крупноблочные сборно-монолитные, фундаменты отдельно стоящих стен технических подполий</i>		
Горизонтальные и вертикальные поверхности	Общие деформации в вертикальной или (и) горизонтальной плоскости (искривления, перекосы, прогибы, выпучивания и др.)	Эксплуатационные факторы; неравномерная осадка; пучение грунта; уменьшение устойчивости грунта и др.
Бетон фундаментов, стен	Разломы или трещины шириной более 0,3 мм	То же
	Высолы и следы сырости на стенах технического подполья	Нарушение в технологии производства работ и изготовлении цокольных панелей, устройстве фундаментов и стен
Стыки блоков и цокольных панелей	Трещины в растворе швов стыков	Отклонения от технологии производства работ. Эксплуатационные факторы
	Выпадение раствора из стыков и мест сопряжений; разрушение бетона в зоне стыков по краям панелей и мест сопряжений	То же
	Увлажнение бетона в зоне стыков блоков и панелей	Эксплуатационные факторы: повреждения гидроизоляции; повышение уровня грунтовых вод и др.

Помимо механических причин дефекты и повреждения в несущих конструкциях могут быть вызваны коррозией материалов. Коррозия материала фундаментов может быть вызвана следующими причинами:

1) растворение компонентов бетонного камня. Данная проблема особенно актуальна для подземных конструкций ввиду их постоянного контакта с подземными водами. При проведении инженерных изысканий особое внимание следует уделить агрессивности подземных вод и выделить ее тип:

- общекислотная: $\text{pH} < 6$. В данном случае повышается растворимость щелочных компонентов бетона;
- углекислотная: при содержании в воде более 3 мг/л углекислоты. Разрушение бетона за счет растворения карбоната кальция;
- выщелачивающая: при содержании в воде более 0,4 мг экв. гидрокарбоната. Проявляется в вымывании из бетонного камня гидроксида кальция;
- магниезиальная: содержание в воде более 750 мг/л двухвалентного магния;
- сульфатная: содержание в воде более 250 мг/л сульфатных ионов. Вызывает вспучивание и последующее разрушение бетона за счет образования кристаллогидрата сульфата кальция при кристаллизации сульфатных ионов в бетонном камне;

2) биологическая коррозия. Возникает вследствие негативного влияния грибов, бактерий и водорослей. Микроорганизмы могут проникать в тело бетонного камня, который разрушается по причине накопления продуктов их жизнедеятельности;

3) физическая. Приводит к наиболее быстрому разрушению бетонных конструкций и чаще всего бывает вызвана постоянным повторением цикла замораживания – оттаивания;

4) радиационная. Вызывает разрушение бетонного камня за счет удаления кристаллизованной воды.

Влияние агрессивности среды на несущую способность подземных конструкций необходимо учитывать еще на этапе их проектирования и в связи с этим предусматривать корректировку состава бетонов, применение специальных присадок и разработку соответствующих конструктивных решений. Однако в случае проявления дефектов конструкций, свидетельствующих о воздействии на них агрессивной среды, можно предусмотреть защитные мероприятия, направленные на исключение контакта конструкции с агрессивной средой. К таким мероприятиям относятся:

- оклеечная и обмазочная гидроизоляция для исключения контакта бетона подземных конструкций с подземными водами;
- обработка бетона пропитывающими составами для повышения их водонепроницаемости;
- окраска акриловыми и лакокрасочными составами для создания дополнительной защиты бетонов при их взаимодействии с газосодержащими средами.

При обследовании зданий и сооружений отдельным пунктом является обследование грунтов основания. В список работ при обследовании грунтов основания включают:

- анализ архивных материалов ИГИ на данном и соседних участках;
- изучение планировки и благоустройства участка;
- разработку шурфов вблизи фундаментов;
- разработку исследовательских скважин с отбором образцов грунта, проб грунтовой воды и определением ее установившейся отметки;
- статическое и динамическое зондирование грунтов;
- полевые испытания грунтов статическими нагрузками (штампами);
- лабораторные испытания грунтов и исследования грунтовых вод [2];
- обследование фактического состояния искусственных оснований.

Обследование грунтов проводят с целью выявления различий в инженерно-геологической и гидрогеологической обстановке в фактических и архивных данных. Результаты обследования могут служить для определения причин дефектов, а также для проектирования усиления оснований и фундаментов зданий и сооружений.

Категория технического состояния — показатель эксплуатационной пригодности здания или сооружения в целом, установленный в зависимости от снижения несущей способности. Согласно отечественным нормативным документам, выделяют 4 категории технического состояния зданий и сооружений:

I — нормативное техническое состояние: все параметры здания или сооружения, включая состояние грунтов основания, соответствуют проектной документации;

II — работоспособное техническое состояние: некоторые из контролируемых параметров здания или сооружения не соответствуют проектной документации или требованиям норм, однако имеющиеся нарушения не приводят к снижению работоспособности, а необходимая несущая способность строительных конструкций и грунтов основания обеспечивается;

III — ограниченно-работоспособное техническое состояние: в здании или сооружении наблюдаются крены, дефекты и повреждения, снижающие несущую способность его строительных конструкций, но не приводящие к опасности внезапного разрушения. Эксплуатация возможна при мониторинге технического состояния или при восстановлении и усилении конструкций;

IV — аварийное техническое состояние: крены, дефекты и повреждения в строительных конструкциях здания или сооружения могут привести к частичному или полному обрушению здания. Эксплуатация не допускается.

1.2. ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ ДЛЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ПОВЫШЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТИ

Для зданий и сооружений повышенного уровня ответственности (КС-3) ГОСТ 27751–2014 «Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения» также устанавливает необходимость **научно-технического сопровождения** при их проектировании и строительстве.

Научно-техническое сопровождение строительства (НТСС) — комплекс работ научно-методического, экспертно-контрольного, информационно-аналитического и организационно-правового характера, выполняемых для обеспечения качества и безопасности при строительстве и последующей эксплуатации зданий и сооружений [10]. НТСС зданий и сооружений состоит из следующих этапов:

- подготовительные работы;
- основные работы;
- составление заключений по объекту.

Подготовительные работы заключаются в: составлении программы работ по НТСС и технического задания на геотехнический мониторинг; анализе проектных материалов, в том числе объемно-планировочных решений, результатов ИГИ, проекта организации строительства и т.д.

Основные работы: экспертиза проектных решений и выполнение независимых расчетов НДС зданий и сооружений, включая грунтовое основание, в том числе на прогрессирующее обрушение; уточнение регламентов производства работ; выборочная проверка качества строительных материалов; контроль качества выполнения работ на объекте в соответствии с ранее составленной программой научно-технического сопровождения.

Также определяют геотехническую категорию здания и сооружения для назначения требований к ИГИ [11] и проектированию. Геотехническую категорию объекта назначают согласно СП 22.13330.2016 «Основания зданий и сооружений», исходя из сложности инженерно-геологических условий площадки строительства и класса ответственности объекта. Для этого пользуются табл. 1.3 (табл. 4.1 СП 22.13330.2016).

Таблица 1.3

Определение геотехнической категории сложности строительства

Категория сложности инженерно-геологических условий по СП 47.13330	Уровень ответственности зданий и сооружений по ГОСТ 27751		
	КС-3 (повышенный)	КС-2 (нормальный)	КС-1 (пониженный)
I (простая)	3	2	1
II (средняя)	3	2	1
III (сложная)	3	3	2

Помимо обследования подземного сооружения при его реконструкции необходимо выполнять геотехнический прогноз влияния реконструкций на окружающий грунтовый массив, в том числе здания окружающей застройки и окружающих коммуникаций. Результатами геотехнического прогноза должны быть:

- размеры и радиус зоны влияния строительства на окружающую застройку. Согласно СП 22.13330.2016 (п. 9.34), радиусом зоны влияния считается зона, в пределах которой дополнительная расчетная осадка грунтового массива и окружающих зданий превышает 1 мм;
- значения дополнительных деформаций зданий, сооружений и коммуникаций в зоне влияния строительства;
- необходимость и состав защитных мероприятий.

Для проведения геотехнического прогноза необходимо провести обследование зданий и сооружений окружающей застройки и назначить им категорию технического состояния. Для предварительного ограничения зоны влияния строительства на окружающую застройку обычно применяют п. 9.36 СП 22.13330.2016. Ориентировочный радиус зоны влияния согласно данному пункту назначается, исходя из глубины котлована H_k и конструкций его ограждения [1; 8; 15]:

2 H_k — при использовании методов строительства, подразумевающих разработку котлована под защитой монолитных железобетонных перекрытий или распорных дисков (Top-down, Semi top-down);

3 H_k — при использовании железобетонного ограждения котлована (стена в грунте траншейного типа, буросекущиеся сваи (БСС) и т.д.) или ограждения из стальных элементов при разработке котлована под защитой монолитных железобетонных перекрытий;

4 H_k — при использовании ограждения котлована из стальных элементов и при разработке котлована в естественных откосах;

5 H_k — при использовании грунтовых анкеров.

При назначении категории технического состояния зданий и сооружений окружающей застройки и определении их конструктивной схемы могут быть определены предельные деформации основания фундаментов. Предельные значения деформаций приведены в приложении К СП 22.13330.2016. Здесь стоит отметить, что для зданий и сооружений, находящихся в IV категории технического состояния (аварийное), дополнительные деформации не допускаются. При их нахождении в зоне влияния нового строительства или реконструкции необходимо предусмотреть меры, предотвращающие их дополнительные осадки.

Помимо зданий и сооружений в зоне влияния нового строительства или реконструкции подземных сооружений могут находиться окружающие подземные коммуникации, деформации которых также необходимо определить в процессе геотехнического прогноза. Согласно СП 249.1325800.2016 «Коммуникации подземные. Проектирование и строительство закрытым и открытым способом» (приложение И) [14], подземные коммуникации в зоне влияния должны рассчитываться по I и II группам предельных состояний в случаях, если их дополнительные деформации по результатам геотехнического прогноза превышают 4 мм независимо от их состояния и 10 мм — для подземных коммуникаций диаметром менее 0,5 м в удовлетворительном состоянии. После определения дополнительных осадок и усилий в подземных коммуникациях необходимо провести:

- проверку прочности подземных конструкций на максимальные продольные усилия;
- проверку прочности на максимальные кольцевые напряжения;
- проверку герметичности стыковых соединений для сборных коммуникаций;
- расчет ширины раскрытия трещин;
- проверку условия самотечности подземных коммуникаций.

В результате геотехнического прогноза осадки окружающей застройки и окружающих коммуникаций на геоподоснове должны быть показаны предварительная зона влияния и расчетная зона влияния.

Для обеспечения безопасности строительства и сохранности окружающей застройки в рамках геотехнического сопровождения строительства или реконструкции может быть назначен также **геотехнический мониторинг** — комплекс работ, направленный на наблюдение за поведением конструкций вновь возводимых и реконструируемых зданий и сооружений, а также окружающей застройки и окружающего грунтового массива.

По результатам всех вышеприведенных работ рассматривают возможность строительства или реконструкции зданий и сооружений на естественном основании. При невозможности использования естественного грунта в качестве основания предусматривают улучшение строительных свойств оснований тем или иным методом.

2. УЛУЧШЕНИЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ СВОЙСТВ ГРУНТОВ ОСНОВАНИЯ

При невозможности использования естественного грунта в качестве основания как новых, так и реконструируемых подземных сооружений, обычно предусматривают изменение свойств основания различными методами. Методы улучшения строительных свойств грунтов выбирают, исходя из их применимости в данных инженерно-геологических условиях, а также с учетом их технологической и экономической эффективности [6].

Методы изменения строительных свойств грунтов основания зданий и сооружений можно выделить в следующие большие группы в соответствии с их сущностью:

- полная или частичная замена грунта;
- закрепление грунтов инъекцией;
- закрепление грунтов струйной цементацией.

Рассмотрим данные методы подробнее.

2.1. ПОЛНАЯ ИЛИ ЧАСТИЧНАЯ ЗАМЕНА ГРУНТА

Полную замену грунта целесообразно проводить, когда непосредственно под фундаментом здания или сооружения залегает слой слабого грунта небольшой толщины (до 2–3 м) [16]. Замену грунта проводят в тех случаях, если под фундаментом залегает слой, несущая способность которого не удовлетворяет требованиям по передаваемым на него нагрузкам, а также, когда грунт является пучинистым, просадочным и т.д. В случае полной замены грунта котлован разрабатывают до подошвы слабого слоя и производят обратную засыпку с послойной трамбовкой песчано-гравийными смесями или гравием до проектной отметки подошвы фундамента. Следует отметить, что полная замена грунта может быть экономически эффективной лишь при небольших мощностях слабого слоя непосредственно под самим фундаментом. Если мощность слабого слоя превышает 2–3 м, то следует предусмотреть другие методы изменения строительных свойств.

Частичная замена грунта подразумевает устройство песчаных подушек в основании фундаментов мелкого заложения или устройство вертикальных элементов в грунте для передачи нагрузок на нижележащие слои.

Устройство песчаных подушек следует производить, когда не представляется возможным возведение фундаментов мелкого заложения (ленточных, отдельно стоящих под колонну) на естественном основании. В таком случае котлован разрабатывают на большую глубину локально в месте устройства фундаментов и производят обратную засыпку песком с послойной трамбовкой до проектной отметки заложения фундамента (рис. 2.1) [7].

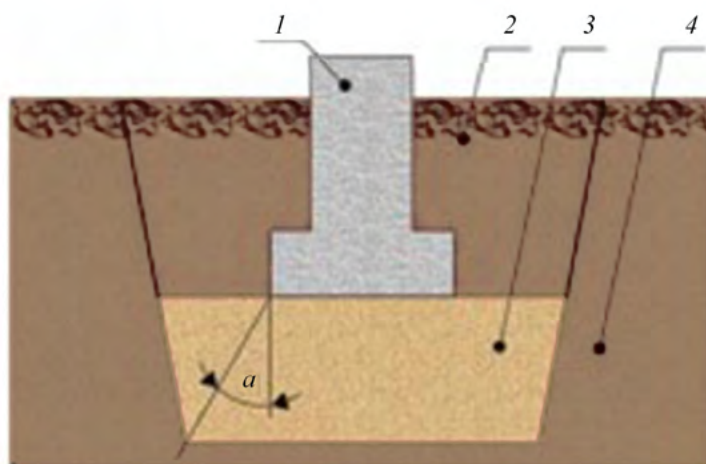


Рис. 2.1. Схематичное изображение устройства песчаной подушки под фундаментом: 1 — фундамент; 2 — обратная засыпка; 3 — песчаная подушка; 4 — слой слабого грунта

При проектировании песчаной подушки определяют ее толщину и проводят проверку подстилающего слоя.

В случае большого простираения слабых грунтов в плане и по глубине проводят частичную замену грунта с устройством вертикальных несущих элементов — грунтовых колонн (свай). Существует большое количество различных методов устройства грунтовых колонн из песка, гравия или песчано-гравийной смеси. Некоторые из них приведены на рис. 2.2.

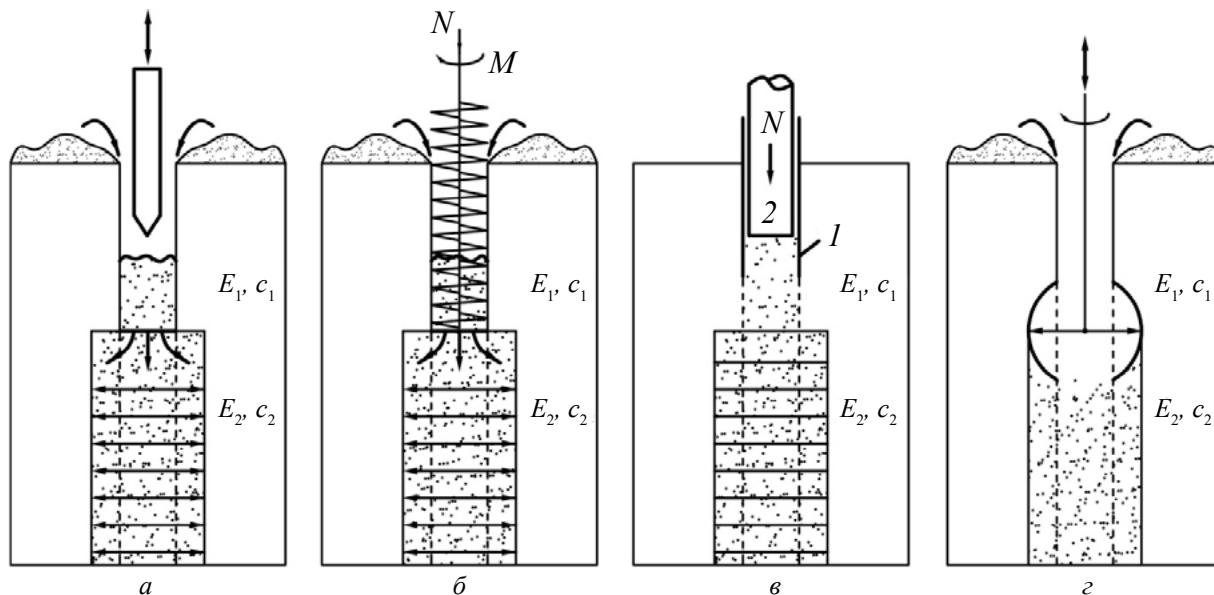


Рис. 2.2. Схематическое представление некоторых методов устройства грунтовых колонн:
а — трамбовкой; б — обратным вращением шнека; в — вдавливанием; г — ротором

Устройство грунтовых колонн является эффективным методом изменения строительных свойств основания в случаях, когда слабые грунты имеют широкое распространение в плане и по глубине в основании крупномасштабных сооружений (портовые сооружения, дамбы и т.д.). Преимущества грунтовых колонн заключаются в том, что, во-первых, повышается несущая способность основания в целом, а во-вторых, существенно уменьшается путь фильтрации грунтовой воды, тем самым сокращается время осадки зданий и сооружений.

2.2. ЗАКРЕПЛЕНИЕ ГРУНТА ИНЪЕКЦИЕЙ

Сущность закрепления грунтов методом инъекции заключается в постепенной пропитке грунта, окружающего иньектор, закрепляющим раствором [5]. Различают следующие виды закрепления грунта инъекцией: силикатизация; цементация; битумизация; смолизация.

Силикатизация. Метод силикатизации грунтов заключается во введении в грунт растворов жидкого стекла (силиката натрия) и его последующего твердения через иньекторы. Радиус закрепления грунтов одним иньектором зависит от коэффициента фильтрации и составляет от 30 до 100 см. Метод силикатизации эффективен при необходимости повышения несущей способности песков и лессовых просадочных грунтов и используется в случае, если коэффициент фильтрации грунтов составляет 0,5–80 м/сут. Главное условие при проведении силикатизации — твердение раствора жидкого стекла (силиката натрия) с применением коагулянтов (отвердителей). По методу введения коагулянтов силикатизация грунтов делится на 3 типа:

1) двухрастворная — заключается в последовательной подаче раствора силиката натрия и коагулянта в один иньектор либо в одновременной подаче раствора силиката натрия и коагулянта в два рядом стоящих иньектора (с расстоянием 15–30 см). При смешении растворов происходит гелеобразование, после которого прочность на одноосное сжатие закрепленных грунтов может достигать 5 МПа. Двухрастворная силикатизация проводится в песчаных грунтах;

2) однорастворная — заключается в подаче раствора силиката натрия и коагулянта через иньектор. Преимущество данной технологии — мгновенное гелеобразование в массиве грунта и высокая производительность. Недосток — необходимость соблюдать скорость технологических процессов;

3) газовая — заключается в последовательном введении в грунт раствора силиката натрия и подачи газообразного коагулянта — углекислого газа (CO_2). Метод применим при закреплении крупных и средней крупности песков.

Для закрепления грунтов с коэффициентом фильтрации менее 0,1 м/сут может использоваться метод закрепления грунтов электросиликатизацией. В таком случае помимо основного оборудования используются также электроды для образования электроосмоса.

При закреплении грунтов методом силикатизации необходима разработка проекта, содержащего следующие элементы:

- конструктивные чертежи здания или сооружения;
- чертежи с указанием расположения иньекторов и расстояния между ними;
- краткие данные об инженерно-геологических условиях площадки;
- чертежи иньекционного оборудования;
- результаты лабораторных исследований по подбору состава растворов;
- условия производства работ.

Порядок работ при силикатизации грунтов:

- 1) подготовка иньекторов;
- 2) разметка мест забивки иньекторов;
- 3) размещение оборудования на строительной площадке;
- 4) приготовление растворов;
- 5) погружение иньекторов в грунт;
- 6) нагнетание растворов в грунт;
- 7) извлечение иньекторов;
- 8) заполнение иньекционных скважин цементом;
- 9) работы по контролю качества силикатизации.

Перед началом основных работ производят подготовку иньекторов. Для этого трубы диаметром 19–38 мм нарезают на отрезки длиной 1 м и в них в шахматном порядке просверливают отверстия диаметром 1–2 мм из расчета 16–80 отверстий на 1 м длины трубы. На концах труб нарезают резьбу и производят их соединение с наконечником иньектора и глухим звеном иньектора. Общий вид иньектора показан на рис. 2.3.

Нагнетание раствора производят снизу вверх. Таким образом иньектор погружают (забивкой, вдавливанием и т.д.) на проектную глубину. Погружение иньектора должно проводиться с постоянным контролем угла погружения в соответствии с проектом. Иньектор при забивке наращивается глухими звеньями. Иньектирование проводят снизу вверх, начиная с нижней проектной отметки. Давление нагнетания раствора принимают в песках до 1,5 МПа, а в лессовых грунтах — не более 0,5 МПа. Нагнетание проводят до «отказа» — при поглощении скважиной более 0,5 л/мин в течение 20 мин. Иньекторы располагают в шахматном порядке. Расстояние между рядами иньекторов назначают до 1,5 проектного радиуса закрепления, а между иньекторами в ряду — до 1,73 радиуса закрепления.

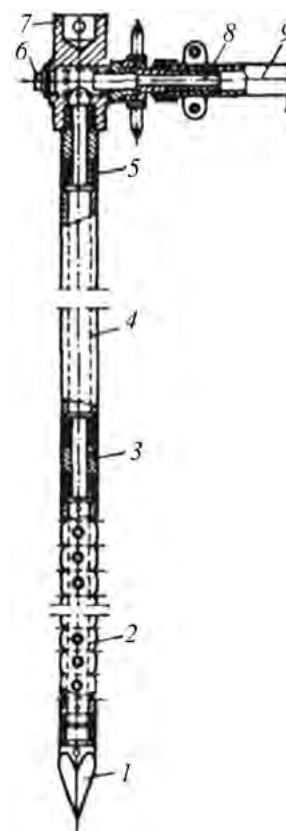


Рис. 2.3. Схематическое изображение иньектора: 1 — наконечник; 2 — перфорированное звено; 3 — соединительный ниппель; 4 — глухое звено; 5 — наголовник; 6 — ниппель-наголовник; 7 — соединительная гайка; 8 — штуцер; 9 — шланг

Конец ознакомительного фрагмента.

Приобрести книгу можно

в интернет-магазине

«Электронный универс»

e-Univers.ru