

Инженерно-геологические изыскания, инженерно-геотехнические изыскания.

Содержание:

Лекция 1:

Виды работ в соответствии с приказом № 624 раздел 2.:

2. Работы в составе инженерно-геологических изысканий.

2.1. Инженерно-геологическая съемка в масштабах 1:500-1:25000.

2.2. Проходка горных выработок с их опробованием, лабораторные исследования физико-механических свойств грунтов и химических свойств проб подземных вод.

2.3. Изучение опасных геологических и инженерно-геологических процессов, оценка их опасности и риска с разработкой рекомендаций по инженерной защите территории.

2.4. Изучение опасных геологических и инженерно-геологических процессов, оценка их опасности и риска с разработкой рекомендаций по инженерной защите территории.

2.5. Инженерно-геофизические исследования.

2.6. Инженерно-геокриологические исследования.

2.7. Сейсмологические и сейсмотектонические исследования территории, сейсмическое микрорайонирование.

Лекция 2:

Виды работ в соответствии с приказом № 624 раздел 5.:

5. Работы в составе инженерно-геотехнических изысканий.

5.1. Проходка горных выработок с их опробованием и лабораторные исследования механических свойств грунтов с определением характеристик для конкретных схем расчета оснований фундаментов.

5.2. Полевые испытания грунтов с определением их стандартных прочностных и деформационных характеристик (штамповые, сдвиговые, прессиометрические, срезные). Испытания эталонных и натурных свай.

5.3. Определения стандартных механических характеристик грунтов методами статического, динамического и бурового зондирования.

5.4. Физическое и математическое моделирование взаимодействия зданий и сооружений с геологической средой.

5.4. Физическое и математическое моделирование взаимодействия зданий и сооружений с геологической средой.

5.5. Специальные исследования характеристик грунтов для нестандартных, в том числе нелинейных методов расчета оснований фундаментов и конструкций зданий и сооружений.

5.6. Геотехнический контроль строительства, реконструкции и эксплуатации зданий, сооружений и прилегающих территорий.

Список законодательных и нормативно-технических документов
в помощь изучению образовательной программы.

Лекция 1:

2. Работы в составе инженерно-геологических изысканий.

Проведение комплексных инженерно-геологических изысканий обеспечивает всестороннее изучение территории строительства, выявляет существующие в природе закономерности, вскрывает связи между отдельными компонентами окружающей среды, в итоге позволяет разработать технически обоснованные и экономически целесообразные проекты, а также реально прогнозировать взаимодействие возводимых сооружений с окружающей средой.

Инженерно-геологические изыскания должны обеспечивать:

- комплексное изучение инженерно-геологических условий района (площадки, участка, трассы) проектируемого строительства, включая рельеф;
- геологическое строение, сейсмотектонические, геоморфологические и гидрогеологические условия района;
- состав, состояние и свойства грунтов;
- геологические и инженерно-геологические процессы для составления прогноза возможных изменений инженерно-геологических условий в сфере взаимодействия проектируемых объектов с геологической средой и получения необходимых и достаточных материалов для обоснования проектной подготовки строительства;
- мероприятия инженерной защиты объекта строительства и охраны окружающей среды.

Виды работ, входящих в состав инженерно-геологических изысканий.

В состав инженерно-геологических изысканий входят следующие виды работ:

- *Сбор и обработка материалов изысканий и исследований прошлых лет.*

На основании собранных материалов формулируется рабочая гипотеза об инженерно-геологических условиях исследуемой территории и устанавливается категория сложности этих условий, в соответствии с чем в программе изысканий по объекту строительства устанавливаются состав, объемы, методика и технология изыскательских работ.

- *Дешифрирование аэро- и космоматериалов и аэровизуальные наблюдения.*

Проводятся при изучении и оценке инженерно-геологических условий значительных по площади (протяженности) территорий, а также при необходимости изучения динамики изменения этих условий.

Дешифрирование аэро- и космоматериалов и аэровизуальные наблюдения, как правило, должны предшествовать проведению других видов инженерно-геологических работ.

- *Рекогносцировочное обследование, включая аэровизуальные и маршрутные наблюдения.*

По результатам маршрутных наблюдений намечаются места размещения ключевых участков для проведения более детальных исследований, составления опорных геолого-гидрогеологических разрезов, определения характеристик состава,

состояния и свойств грунтов основных литогенетических типов, гидрогеологических параметров водоносных горизонтов и т.п. с выполнением комплекса горнопроходческих работ, геофизических, полевых и лабораторных исследований, а также (при необходимости) стационарных наблюдений.

- *Проходка горных выработок* проводится с целью:

- установления или уточнения геологического разреза, условий залегания грунтов и подземных вод;

- определения глубины залегания уровня подземных вод;

- отбора образцов грунтов для определения их состава, состояния и свойств, а также проб подземных вод для их химического анализа;

- проведения полевых исследований свойств грунтов, определения гидрогеологических параметров водоносных горизонтов и зоны аэрации и производства геофизических исследований;

- выполнения стационарных наблюдений (локального мониторинга компонентов геологической среды);

- выявления и оконтуривания зон проявления геологических и инженерно-геологических процессов.

- *Геофизические исследования* при инженерно-геологических изысканиях выполняются на всех стадиях (этапах) изысканий в сочетании с другими видами инженерно-геологических работ с целью:

- определения состава и мощности рыхлых четвертичных (и более древних) отложений, выявления литологического строения массива горных пород, тектонических нарушений и зон повышенной трещиноватости и обводненности;

- определения глубины залегания уровней подземных вод, водоупоров и направления движения потоков подземных вод, гидрогеологических параметров грунтов и водоносных горизонтов;

- определения состава, состояния и свойств грунтов в массиве и их изменений;

- выявления и изучения геологических и инженерно-геологических процессов и их изменений;

- проведения мониторинга опасных геологических и инженерно-геологических процессов;

- сейсмического микрорайонирования территории.

- *Полевые исследования грунтов.*

Проводятся при изучении массивов грунтов с целью:

- расчленения геологического разреза, оконтуривания линз и прослоев слабых и других грунтов;

- определения физических, деформационных и прочностных свойств грунтов в условиях естественного залегания;

- оценки пространственной изменчивости свойств грунтов;

- оценки возможности погружения свай в грунты и несущей способности свай (ГОСТ 5686-94);

- проведения стационарных наблюдений за изменением во времени физико-механических свойств намывных и насыпных грунтов;
- определения динамической устойчивости водонасыщенных грунтов.
- *Гидрогеологические исследования* при инженерно-геологических изысканиях выполняются:

- когда в сфере взаимодействия проектируемого объекта с геологической средой распространены или могут формироваться подземные воды;
- когда возможно загрязнение или истощение водоносных горизонтов при эксплуатации объекта;
- когда прогнозируется процесс подтопления или подземные воды оказывают существенное влияние на изменение свойств грунтов;
- когда прогнозируется интенсивность развития геологических и инженерно-геологических процессов (карст, суффозия, оползни, пучение и др.).

Методы определения гидрогеологических параметров грунтов и водоносных горизонтов устанавливаются, исходя из условий их применимости, с учетом этапа (стадии) разработки предпроектной и проектной документации, характера и уровня ответственности проектируемых зданий и сооружений и сложности гидрогеологических условий.

- *Стационарные наблюдения* (локальный мониторинг компонентов геологической среды). Наблюдения проводятся для изучения:

- динамики развития опасных геологических процессов: карст, оползни, обвалы, солифлюкция, сели, каменные глетчеры, геодинамические и криогенные процессы, переработка берегов рек, озер, морей и водохранилищ, выветривание пород и др.;

- развития подтопления, деформации подработанных территорий, осадок и просадок территории, в том числе вследствие сейсмической активности;

- изменений состояния и свойств грунтов, уровня, температурного и гидрохимического режима подземных вод, глубин сезонного промерзания и протаивания грунтов;

- осадки, набухания и других изменений состояния грунтов основания фундаментов зданий и сооружений, состояния сооружений инженерной защиты и др.

- *Лабораторные исследования грунтов, подземных и поверхностных вод.*

Лабораторные исследования грунтов, подземных и поверхностных вод выполняются с целью:

- определения их состава, состояния, физических, механических, химических свойств для выделения классов, групп, подгрупп, типов, видов и разновидностей в соответствии с ГОСТ 25100-2011;

- определения их нормативных и расчетных характеристик, выявления степени однородности (выдержанности) грунтов по площади и глубине;

- выделения инженерно-геологических элементов, прогноза изменения состояния и свойств грунтов в процессе строительства и эксплуатации объектов.

- *Обследование грунтов оснований фундаментов существующих зданий*

и сооружений проводится при их расширении, реконструкции и техническом перевооружении, строительстве новых сооружений вблизи существующих (в пределах зоны влияния), а также в случае деформаций и аварий зданий и сооружений.

- Составление прогноза изменений инженерно-геологических условий.

Качественный и (или) количественный прогноз возможных изменений во времени и в пространстве инженерно-геологических условий исследуемой территории (состава, состояния и свойств грунтов, рельефа, режима подземных вод, геологических и инженерно-геологических процессов) отражается в техническом отчете о результатах инженерно-геологических изысканий наряду с оценкой современного состояния этих условий.

- Камеральная обработка материалов и составление технического отчета (заключения).

Камеральная обработка полученных материалов проводится в процессе производства полевых работ (текущая, предварительная), после их завершения и выполнения лабораторных исследований (окончательная камеральная обработка и составление технического отчета или заключения о результатах инженерно-геологических изысканий).

2.1. Инженерно-геологическая съемка в масштабах 1:500-1:25000.

Инженерно-геологическая съемка представляет собой основной комплекс инженерно-геологических работ, направленный на общую оценку инженерно-геологических условий территории предполагаемого строительства, строительной площадки или трассы линейных сооружений.

Инженерно-геологическая съемка включает:

- сбор, изучение, систематизацию и обобщение материалов предыдущих изысканий;
- дешифрование аэрофотоматериалов и проведение аэровизуальных наблюдений;
- составление предварительных карт инженерно-геологических условий на основе изученных материалов;
- описание местности по маршрутам; геофизические, буровые, горнопроходческие и полевые опытные работы;
- лабораторные исследования состава и свойств грунтов, подземной воды;
- опытно-фильтрационные работы;
- стационарные наблюдения;
- обследование состояния зданий и сооружений на территории проведения съемок;
- анализ влияния инженерных мероприятий на геотехнические свойства грунтов территории;
- специальные виды исследований по программе;
- камеральную обработку материалов, составление окончательных карт

и отчета с необходимыми приложениями.

На этом этапе работ осуществляется обстоятельное изучение инженерно-геологических условий для обоснования основной стадии проектирования, при которой окончательно разрабатывается генеральный план размещения проектируемых зданий и сооружений, принимаются их объемно-планировочные и конструктивные решения, определяется окончательная стоимость строительства, разрабатываются мероприятия по охране природы и др.

При проведении инженерно-геологической съемки изучаются рельеф и история его формирования, факторы, определяющие развитие физико-геологических процессов, состав и генезис грунтов, их физико-механические свойства, основные закономерности пространственной изменчивости этих свойств и т.д.

Ключевые участки должны охватывать:

- основные геолого-генетические комплексы грунтов;
- характерные типы рельефа;
- наиболее распространенные типы сезонно- и многолетнемерзлых грунтов;
- основные физико-геологические процессы и образования;
- основные типы и виды таликов.

Выбор направлений маршрутов при инженерно-геологической съемке следует осуществлять с учетом результатов дешифрирования аэрофотоматериалов и аэровизуальных наблюдений.

Материалы инженерно-геологической съемки и разведки должны обеспечить составление прогноза возможных изменений при строительстве и эксплуатации зданий и сооружений гидрогеологических условий застраиваемых территорий, состояния и свойств грунтов, развития физико-геологических процессов.

Прогноз при мелкомасштабной инженерно-геологической съемке должен быть направлен, прежде всего, на оценку чувствительности выделенных типов (видов) ландшафтов к изменениям условий на поверхности.

Прогноз при крупномасштабной съемке составляется для проектирования конкретных инженерных сооружений, в частности, для обоснования принципа использования грунтов в качестве оснований, для получения результатов взаимодействия сооружений с мерзлыми, промерзающими и протаивающими грунтами и разработки мероприятий по направленному управлению мерзлотными процессами в зоне теплового и механического взаимодействия сооружений с грунтами оснований. При этом одним из методов прогноза целесообразно применять моделирование (на опытных площадках, аналоговых машинах). Инженерно-геологическая съемка производится в целях комплексного изучения и оценки инженерно-геологических условий района (участка) строительства. Границы проведения инженерно-геологической съемки в различных масштабах следует устанавливать, исходя из необходимости выявления и изучения компонентов природной среды, определяющих условия строительства объекта, и (или) намечаемых объемно-планировочных решений зданий и сооружений. Съемки крупного масштаба, как правило, являются специальными, т. е. Проводятся

с целью решения задач проектирования отдельных видов строительства. Основным продуктом инженерно-геологической съемки всегда является карта инженерно-геологических условий с пояснительной запиской.

Инженерно-топографические планы в масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 и 1:500 создаются путем топографических съемок или составлением по материалам съемок, как правило, более крупного масштаба.

Допускается создание планов не застроенных территорий с графической точностью планов смежного, более мелкого масштаба, при соответствующем обосновании в программе изысканий; при этом на увеличенных планах должен указываться метод их создания и точность съемки.

Высоты сечения рельефа для топографических съемок при изысканиях должны приниматься в соответствии с таблицей 13 СНиП 1.02.07-87.

Топографическая съемка местности выполняется горизонтальным и высотным (вертикальным), мензульным, тахеометрическим, нивелированием поверхности, стереотопографическим, комбинированным аэрофототопографическим, наземным фототопографическим методами, а также сочетанием различных методов.

Инженерно-топографические планы при изысканиях железных и автомобильных дорог, магистральных каналов и магистральных трубопроводов следует составлять, как правило, аэрофототопографическим методом по материалам аэрофотосъемки.

Наземную топографическую съемку производят в случаях, когда выполнять аэрофотосъемку экономически нецелесообразно, не представляется возможным или аэрофототопографический метод не обеспечивает требуемой точности.

На инженерно-топографических планах в масштабах 1:5000-1:500 подлежат отображению условными знаками:

- пункты геодезических сетей, закрепленные постоянными знаками;
- здания и сооружения;
- дорожная сеть и сооружения на ней;
- гидрография и гидротехнические сооружения;
- закрепленные на местности границы и ограждения;
- растительный покров, грунты и формы рельефа местности;
- надземные и подземные сооружения.

В ходе инженерно-геологической съемки должна соблюдаться определенная последовательность отдельных видов работ. Это позволяет опираться на результаты ранее проведенных работ при планировании (корректировке методики проведения) последующих. Методики средне- и крупномасштабной инженерно-геологических съемок существенно различаются.

Среднемасштабная инженерно-геологическая съемка.

При среднемасштабной инженерно-геологической съемке полевым работам обычно предшествует дешифрирование АКФМ, цель которого заключается в составлении предварительной схематической карты инженерно-геологических условий или в худшем случае — схемы размещения отдельных компонентов инженерно-геологических условий; выявлении структуры ландшафта (составление

схемы ландшафтного районирования) и установлении местоположения ключевых участков общего (эталонов и граничных) и специального назначения, опорных маршрутов аэропрофилей, наземных и опорных профилей, ориентированных по главным направлениям изменчивости.

Крупномасштабная инженерно-геологическая съемка.

При крупномасштабной инженерно-геологической съемке выполняют практически те же работы, что и при среднемасштабной. Однако соотношение работ, выполняемых разными методами, изменяется. Крупномасштабная инженерно-геологическая съемка в подавляющем большинстве случаев является специализированной. Она выполняется с целью получения инженерно-геологической информации, нужной для проектирования конкретных сооружений, для расчетов инженерно-геологических процессов. Возрастает роль количественных оценок в инженерно-геологической информации, повышаются требования к ее точности и доверительной вероятности.

Изменение требований к инженерно-геологической информации находит отражение в объемах съемочных работ и методах их выполнения. Возрастает вклад горно-буровых работ и специальных методов инженерной геологии, позволяющих получать количественные оценки компонентов инженерно-геологических условий. При проведении крупномасштабной инженерно-геологической съемки исследования охватывают всю площадь съемки, а не только ключевые участки. Это касается расположения точек наземных наблюдений, горно-буровых работ и опробования, инженерно-геологических специальных работ. Пункты получения информации в пределах площади съемки располагают во всех местах, интересных с точки зрения геологии, в соответствии с геологическими правилами, а в пределах квазиоднородных по геологическим условиям участков территории - регулярно. В нормативных документах число точек наблюдений определяется в зависимости от масштаба и категории сложности инженерно-геологических условий.

В процессе крупномасштабной инженерно-геологической съемки существенно возрастает значение опробования. В зависимости от масштаба и назначения инженерно-геологической съемки геологическая среда на глубину возможной сферы взаимодействия должна быть расчленена на геологические тела категории МТГ-1, МТГ-2 и даже МТГ-3 (съемка масштаба 1 : 1000 - 1:2000), которые должны быть охарактеризованы соответствующими статистиками, отражающими показатели свойств. Доверительная вероятность оценок показателей существенно выше, чем при среднемасштабной инженерно-геологической съемке (не ниже 0,85). Выделение границ геологических тел указанных категорий и характеристику их свойств производят на основании данных о показателях свойств, получаемых полевыми методами и в лабораторных условиях. В состав полевых инженерно-геологических работ по съемке включают, помимо динамического и статического зондирования, вращательный срез, прессиометрию, исксиметрию, позволяющие оценить прочностные и деформационные свойства грунтов, которые будут находиться в пределах сферы взаимодействия.

При инженерно-геологической съемке проходка горных выработок осуществляется для изучения инженерно-геологических условий территории в целом. В это время еще не известны ни места расположения зданий и сооружений, ни их конструкции. Поэтому число выработок, их глубина и места заложения определяются главным образом соображениями геологического характера:

- необходимостью выяснения условий залегания грунтов и построения типичных геологических разрезов, указывающих на соотношение грунтов различного литологического состава, состояния и физико-механических свойств;
- необходимостью выявления и оконтуривания грунтов, характеризующихся особыми в строительном отношении свойствами, и т.д.

Таким образом, горные выработки, проходка которых осуществляется в процессе проведения инженерно-геологической съемки, должны обеспечить высокую точность изучения геологического строения. Это основные требования к ним.

Перенесение в натуру выработок (точек) должно производиться со средней погрешностью не более 1 мм инструментально и 5 мм - глазомерно в масштабе используемого плана относительно ближайших точек геодезической сети или контуров местности.

Перенесение в натуру выработок (точек) глазомерно допускается при изысканиях для предпроектных работ.

При производстве инженерных изысканий на объекте перенесенные в натуру выработки (точки) должны быть закреплены временными знаками, тип которых следует устанавливать в программе изысканий.

Перенесенные в натуру выработки (точки) должны передаваться ответственным представителям геологических, геофизических и других подразделений.

Требования к точности планово-высотной привязки выработок (точек) относительно ближайших пунктов (точек) опорных и съемочных сетей должны соответствовать таблице 26 СНиП 1.02.07-87.

2.2. Проходка горных выработок с их опробованием, лабораторные исследования физико-механических свойств грунтов и химических свойств проб подземных вод.

Проходка горных выработок в соответствии с СП 11-105-97 осуществляется с целью:

- установления или уточнения геологического разреза, условий залегания грунтов и подземных вод;
- определения глубины залегания уровня подземных вод;
- отбора образцов грунтов для определения их состава, состояния и свойств, а также проб подземных вод для их химического анализа;
- проведения полевых исследований свойств грунтов, определения гидрогеологических параметров водоносных горизонтов и зоны аэрации и производства геофизических исследований;
- выполнения стационарных наблюдений (локального мониторинга компонентов геологической среды);
- выявления и оконтуривания зон проявления геологических и инженерно-геологических процессов.

Опробование выработок имеет своей целью определение надежных расчетных показателей пород, обеспечивающих рациональное проектирование и строительство сооружений, а также их прочность и долговечность.

Инженерно-геологическое опробование включает в себя:

1. Определение методики опробования и места отбора образцов, а также их количества.
2. Отбор образцов из выработок или обнажений.
3. Консервирование и упаковка образцов.
4. Отбор и подготовка проб для испытания.
5. Анализ проб в лаборатории или полевые испытания.
6. Обработка полученных данных и выбор расчетных показателей грунтов.

Проходку горных выработок следует осуществлять, как правило, механизированным способом.

Бурение скважин вручную применяется в труднодоступных местах и стесненных условиях (в подвалах, внутри здания, в горах, на крутых склонах, на болотах, со льда водоемов и т.п.) при соответствующем обосновании в программе изысканий.

Выбор вида горных выработок, способа и разновидности бурения скважин (приложение В и Г СП 11-105-97) следует производить исходя из целей и назначения выработок с учетом условий залегания, вида, состава и состояния грунтов, крепости пород, наличия подземных вод и намечаемой глубины изучения геологической среды.

Намечаемые в программе изысканий способы бурения скважин должны обеспечивать высокую эффективность бурения, необходимую точность установления границ между слоями грунтов (отклонение не более 0,25-0,50 м), возможность изучения состава, состояния и свойств грунтов, их текстурных особенностей и трещиноватости скальных пород в природных условиях залегания.

Указанным требованиям соответствуют способы бурения, рекомендованные в приложении Г СП 11-105-97 (за исключением ударно-канатного бурения сплошным забоем).

Применение шнекового бурения следует обосновывать в программе изысканий из-за возможных ошибок при описании разреза и невысокой точности фиксации контакта между слоями грунтов (0,50 - 0,75 м и более).

Шахты и штольни рекомендуется проходить при изысканиях для проектирования особо ответственных и уникальных зданий и сооружений, а также объектов народного хозяйства, размещаемых в подземных горных выработках (СН 484-76) при обосновании в программе работ. В шахтах и штольнях следует изучать условия залегания и обводненность пород, их температурные особенности, степень сохранности, характер геологических структур и разрывных нарушений, а также проводить отбор проб, выполнять исследования свойств пород и другие специальные работы.

Все горные выработки после окончания работ должны быть ликвидированы: шурфы - обратной засыпкой грунтов с трамбованием, скважины - тампонажем глиной или цементно-песчаным раствором с целью исключения загрязнения природной среды и активизации геологических и инженерно-геологических процессов.

При выборе глубины горных выработок следует учитывать необходимость всестороннего изучения геологического разреза и гидрогеологических условий района (участка) строительства в сфере взаимодействия проектируемых зданий и сооружений с окружающей средой. Слабые и структурно-неустойчивые грунты следует проходить, как правило, на полную мощность или до глубины, где наличие таких грунтов не может оказать влияние на устойчивость проектируемых зданий и сооружений.

В районах развития неблагоприятных процессов и явлений глубина горных выработок должна обеспечивать вскрытие и изучение всех зон их интенсивного проявления, а также возможного их развития при строительстве и эксплуатации зданий и сооружений.

Инженерно-геологическое опробование при выполнении съемки надлежит осуществлять в целях изучения физико-механических свойств грунтов и выявления основных закономерностей пространственной изменчивости этих свойств, а также изучения химического состава подземных вод. Для этого необходимо проводить планомерный отбор образцов из грунтов основных литологических видов и определение показателей их свойств лабораторными методами, а также отбор и анализ проб воды из вскрытых водоносных горизонтов.

При инженерно-геологической съемке опробование имеет своей целью изучение пространственной изменчивости состава, состояния и физико-механических свойств грунтов, распространенных на территории изысканий. Для этого широко используются определения в полевых и стационарных лабораториях классификационных и косвенных показателей, а также результаты геофизических, зондировочных и пенетрационно-каротажных работ, выполняемых в процессе инженерно-геологической съемки.

Состав и объем исследований грунтов при выполнении съемки должны назначаться таким образом, чтобы обеспечить получение данных о грунтах, позволяющих проектной организации выбрать оптимальные типы фундаментов для проектируемых зданий и сооружений, а изыскательской организации осуществить планирование оптимального комплекса исследований грунтов при проведении разведки.

Лабораторные исследования грунтов, подземных и поверхностных вод выполняются с целью:

- определения их состава, состояния, физических, механических, химических свойств для выделения классов, групп, подгрупп, типов, видов и разновидностей в соответствии с ГОСТ 25100-2011;
- определения их нормативных и расчетных характеристик, выявления степени однородности (выдержанности) грунтов по площади и глубине;
- выделения инженерно-геологических элементов, прогноза изменения состояния и свойств грунтов в процессе строительства и эксплуатации объектов.

Выбор видов лабораторных исследований производится в зависимости от типа грунта, стадии проектирования и класса ответственности зданий и сооружений в соответствии с обязательным приложением 8 СНиП 1.02.07-87.

При необходимости следует выполнять дополнительные исследования грунтов, методы которых не регламентированы действующими государственными стандартами (механические свойства грунтов при динамических воздействиях, показатели ползучести и консолидации и др.).

Лабораторные исследования грунтов должны проводиться в составе, обеспечивающем их классификацию, а также проведение предварительных расчетов оснований зданий и сооружений с целью выбора типа фундаментов по рекомендуемым в действующих нормах проектирования методам.

При необходимости установления прочностных и деформационных свойств и их расчетных значений следует использовать таблицы нормативных значений показателей свойств грунтов, уравнения корреляционных зависимостей и аналоги.

Деформационные и прочностные свойства грунтов при обосновании и в соответствии с заданием заказчика допускается определять лабораторными методами.

Объем исследований грунтов различными лабораторными методами и местоположение точек отбора образцов рекомендуется устанавливать с учетом данных о свойствах грунтов, полученных:

- в результате рекогносцировки и (или) анализа фондовых и литературных материалов, произведенной по ним предварительной оценки сложности грунтовых условий;
- в зависимости от вида строительства и характера проектируемых зданий и сооружений в соответствии с требованиями инструкций по инженерным изысканиям по отдельным видам строительства.

Отбор образцов грунтов из горных выработок и естественных обнажений,

а также их упаковку и доставку в лаборатории следует производить в соответствии с требованиями с ГОСТ 12071-84 «Грунты. Отбор, упаковка, транспортирование, хранение образцов».

В разделе отчета «Физико-механические свойства грунтов» должны быть охарактеризованы методы лабораторных и полевых исследований состава и физико-механических свойств грунтов, приведена характеристика состава, состояния и свойств грунтов и их пространственной изменчивости, проанализированы результаты определения показателей свойств грунтов, полученные различными методами, оценена возможность изменения свойств грунтов при строительном освоении территории.

При выборе методов определения показателей свойств грунтов следует учитывать также следующее.

Полевые методы дают возможность изучения свойств грунтов в больших объемах и в условиях их естественного залегания, но требуют относительно сложного оборудования и значительных объемов подготовительных работ. Кроме того, в большинстве случаев полевые определения не позволяют моделировать условия работы грунтов в процессе строительства и эксплуатации сооружений, что осложняет прогнозную оценку поведения грунтов как среды или основания сооружения.

Лабораторные методы наряду с возможностью изучения свойств грунтов естественного сложения (из монолитов) позволяют изучать эти свойства в заданном режиме давлений, влажности и температуры и создавать условия, в которых грунт может находиться как в процессе строительства, так и в процессе эксплуатации сооружения, т.е. существенно упростить инженерно-геологический прогноз. Низкие трудовые и материальные затраты на одно определение позволяют увеличивать их количество и путем статистической обработки частных значений показателей повысить точность конечного результата.

Поскольку полевые и лабораторные методы имеют свои преимущества и недостатки, их следует применять в комплексе.

В состав лабораторных исследований грунтов должны включаться те методы, которые позволяют непосредственно определять используемые в расчетах проектировщиков показатели физико-механических свойств грунтов, в том числе и опытные замачивания грунтов в котлованах, замеры порового давления, определение напряженного состояния массива грунтов и т.д., а также испытания свай.

В целях обеспечения разработки прогноза изменения физико-механических свойств грунтов в процессе строительства и эксплуатации зданий и сооружений следует широко использовать методы инженерно-геологического моделирования.

При планировании состава исследований следует иметь в виду, что надежное определение деформационных свойств грунтов может быть осуществлено только полевыми методами. Применение лабораторных методов может быть оправдано

для частичного сокращения объема более дорогих полевых испытаний, в случаях необходимости проведения специальных исследований с целью выявления характера изменений деформационных свойств грунтов во времени и т.п.

Гидрохимические исследования являются составной частью комплексных инженерно-геологических изысканий на застроенных и застраиваемых территориях, поскольку на стадии изысканий необходимо оценить влияние химического состава вод на основания фундаментов сооружений. На различных стадиях проектирования в задачи гидрохимических исследований могут входить:

- изучение качественного состава подземных вод для выявления закономерности его формирования в условиях естественного и нарушенного гидродинамического режима;
- оценка агрессивности поверхностных и подземных вод по отношению к различным строительным материалам и оборудованию;
- изучение химического состава инфильтрационных вод при их взаимодействии с различными почвами и горными породами, изменяющими агрессивные свойства этих пород;
- составление прогноза при нарушении естественного водного режима;
- изучение влияния химического состава природных вод на современные геологические процессы (карст, суффозия, оползни и т.д.);
- изучение влияния антропогенного воздействия (промстоки, рудничные отвалы, подземная газификация углей и горючих сланцев и т.д.) на химический состав подземных и поверхностных вод.

Оценка интенсивности загрязнения подземных вод определяется соотношением техногенных и природных факторов.

Доминирующими техногенными факторами являются:

- большие объемы сброса жидких и твердых отходов производства;
- высокая инфильтрация сточных вод;
- значительные утечки производственных растворов;
- потери сырья и готовой продукции;
- большие содержания ингредиентов в промышленных отходах;
- высокая загазованность атмосферы газовыбросами промпредприятий и транспорта;
- большие испаряющие площади зеркала сточных вод в накопителях и коллекторах;
- наличие в сточных водах летучих соединений.

Основными природными факторами, усиливающими загрязнение подземных вод, являются: слабая естественная защищенность водоносного горизонта; совпадение областей питания, распространения и разгрузки; высокие фильтрационные свойства пород зоны аэрации и водоносного пласта; благоприятные климатические факторы (большие годовые суммы атмосферных осадков, их значительная интенсивность, скорость и направление преобладающих ветров).

Естественная защищенность водоносного горизонта определяется:

- мощностью слабопроницаемых отложений, залегающих с поверхности и экранирующих поступление загрязненных атмосферных осадков;
- наличием или отсутствием «окон» в его кровле и подошве;
- мощностью разделяющих водоупоров; наличием или отсутствием гидравлической связи между водоносными горизонтами.

Загрязненные подземные воды представляют собой сложные неустойчивые системы, производные от природных вод, загрязненных атмосферных осадков и сточных вод. Степень загрязнения подземных вод определяется соотношением природных и техногенных факторов и интенсивностью гидродинамических и физико-химических процессов, протекающих в водоносном пласте.

Гидрохимическое опробование является неотъемлемой частью инженерных изысканий под строительство промышленных предприятий с большими объемами отходов производства.

Под гидрохимическим опробованием понимается изучение химического состава подземных вод района изысканий, направленное на решение задач рационального выбора участка расположения будущих накопителей промышленных отходов, разработки проектов и осуществления мероприятий, надежно обеспечивающих сохранение качества подземных вод, используемых для хозяйственно-питьевого и промышленного водоснабжения.

Гидрохимическое опробование включает в себя отбор проб воды из естественных источников (родников), колодцев, скважин, ранее пробуренных в районе изысканий, разведочных горных выработок, которые в особых условиях, предусмотренных программой, должны быть углублены до вскрытия горизонта, подлежащего опробованию, скважин водозаборных сооружений, поверхностных водотоков, мест сброса и утилизации промышленных отходов. Кроме того, предусматривается проходка отдельных скважин для выполнения поинтервального опробования с отбором проб воды и пород на последующий анализ.

Объемы гидрохимического опробования определяются площадью изысканий, геолого-гидрогеологическими условиями района, типом и размером проектируемого сооружения.

Материалы гидрохимического опробования представляются в виде таблиц, графиков, а также в виде статистических расчетов, позволяющих более четко выявить тенденцию к изменению химического режима наблюдаемых водоносных горизонтов. Отчетным документом гидрохимического опробования должны быть:

- заключение о рациональном выборе места строительства накопителя отходов производств;
- заключение о необходимости экранирования его;
- программа наблюдений за химическим режимом подземных вод в процессе эксплуатации сооружений с обоснованием числа наблюдательных точек и их размещения на исследуемой площади.

Изучение режима химического состава подземных вод производится с целью:

- оценки изменений во времени агрессивности подземных вод;
- составления прогноза возможного засоления земель в результате

их мелиорации;

- определения возможного ухудшения качества подземных вод, используемых для водоснабжения, в результате их искусственного загрязнения или подсоса соленых вод из других водоносных горизонтов или из моря;

- изучения условий формирования подземных вод (их питания, разгрузки) и, в частности, для оценки влияния строительства на изменение водного солевого баланса подземных вод освоенных и осваиваемых территорий и т.д.

В зависимости от целей исследований и гидрогеологических условий состав и методика наблюдений за режимом химического состава подземных вод могут быть весьма различны.

Основным видом химического анализа при таких исследованиях является сокращенный анализ, предусматривающий определение следующих ионов: Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- , CO_3^{2-} , Mg^{2+} , $\text{Na}^+ + \text{K}^+$, $\text{Fe}^{2+} + \text{Fe}^{3+}$, NO_3^- , NO_2^- , NH_4^+ , а также pH, жесткости, физических свойств и сухого остатка.

Наблюдения за режимом подземных вод лучше всего производить на оборудованных для этой цели скважинах или источниках. Конструкция скважин определяется гидрогеологическими условиями изучаемой территории. Скважины могут быть пробурены любым способом. При бурении с глинистым раствором их рекомендуется тщательно очистить и промыть путем прокачек или откачек. При бурении в рыхлых осадочных породах скважины обсаживаются. Диаметр скважины должен быть не менее 75 мм, что позволит производить замеры переносными и стационарными приборами и осуществлять периодическую чистку от заиливания.

2.3. Изучение опасных геологических и инженерно-геологических процессов, оценка их опасности и риска с разработкой рекомендаций по инженерной защите территории.

При проведении рекогносцировки в районах развития неблагоприятных физико-геологических процессов и явлений, включая районы влияния горных выработок на земную поверхность, необходимо:

- установить ориентировочные контуры площадей распространения этих процессов и явлений;
- выявить (по возможности) условия и причины их возникновения и развития, а также наличие деформированных зданий и защитных сооружений;
- наметить участки проведения стационарных наблюдений и исследований.

Проведение инженерно-геологической рекогносцировки в районах развития физико-геологических процессов и явлений имеет ряд специфических особенностей, определяемых видом физико-геологического процесса, характером его проявления и интенсивностью развития.

Карстовые участки.

При обследовании закарстованного участка необходимо установить распространение, условия возникновения, закономерность проявления и развития

карста. Изучается геологическое строение, гидрогеологические условия, отмечается количество, расположение, характер и размеры карстовых пустот, направление тектонических трещин.

Устанавливается влияние карста на существующие сооружения, а также влияние сооружений на дальнейшее развитие карста, наличие защитных мероприятий и эффективность их работы.

В первой приближении эта задача решается инженерно-геологической съемкой в масштабе 1:500 - 1:1000 и геофизическими методами, сопровождаемыми параметрическим и контрольным бурением скважин в количестве до 20 % от числа геофизических точек. Выработки должны пройти всю закарстованную зону, но не должны быть глубже 50 метров. Бурение должно производиться по наиболее безопасному варианту пересечения карста.

Инженерно-геологической съемкой должны быть охвачены полосы вдоль трассы с видимыми признаками развития карста на ширину до 1 км. При производстве инженерно-геологической съемки желательно использование материалов аэрофотосъемки.

Составляемые инженерно-геологические карты не должны иметь масштаб менее 1:10000, при долинном ходе снимается весь склон долины, по которому укладывается трасса, включая приречную часть в сторону водораздела, надпойменной террасы и полоса поймы, прилегающая к подошве склона.

При производстве инженерно-геологической съемки должны быть изучены:

а) Состав и условия залегания карстующихся пород, глубина залегания и характер кровли, мощность зоны, охваченной процессами карстообразования, характер трещиноватости пород (направление и размеры трещин, открытие или закрытие трещины и т.д.), наличие сильно трещиноватых зон, связанных с тектоническими разрушениями горных пород. Выделяются участки устойчивыми породами к карстовым процессам.

б) Состав покрывающих пород, установление площади с различной степенью водопроницаемости, исходя из литологического состава покрывающих пород, их мощности и характера растительного покрова.

в) Рельеф местности с детальным описанием форм карстового ландшафта, зарисовкой в полевом журнале и картированием характерных карстовых форм. Картируются: воронки, колодцы, слепые лога, провалы, расщелины, пещеры и пр., описывается форма воронок - конусовидная, чашеобразная, блюдцеобразная, возраст воронок - свежие, недавние, древние.

При изучении подземных вод должны быть выяснены источники питания, формирования и залегания, взаимосвязь, отдельных горизонтов. Изучается их режим и химический состав, места выхода на поверхность, явления ухода под землю поверхностных водотоков.

Из источников и русловых вод отбираются пробы на определение элементов, которые влияют на растворимость карстующих пород.

При изучении закарстованных участков широко применяются геофизические методы исследования, которые являются основным видом исследования закарстованности территории.

При помощи геофизических методов могут быть выявлены глубина залегания и мощность карстующейся толщи. Глубины залегания грунтовых вод, преобладающее направление трещин и изменение трещиноватости на различных глубинах, направления и скорости движения подземных вод, крупные карстовые полости. Может быть также уточнен литологический разрез и дана оценка минерализации воды.

Из геофизических методов преимущественно применяются методы электроразведки и сейсморазведки.

Горнопроходческие и буровые работы выполняются в том объеме, который необходим для установления геофизических параметров горных пород, слагающих закарстованные участки, а также для контроля выявленных геофизических аномалий, которые могут быть связаны с карстовыми пустотами.

Выполнять горнопроходческие и буровые работы ввиду их трудоемкости следует только по выбранному на основании предварительной обработки наиболее благоприятному варианту.

В районах развития карста должны быть изучены:

- растворимость и скорость растворения карстующихся грунтов;
- содержание свободной углекислоты, агрессивной углекислоты;
- pH подземных и поверхностных вод.

Оползни.

Оползнями называют скользящее смещение горных пород, слагающих склон под действием их веса. Причиной возникновения таких смещений могут быть:

- потеря устойчивости пород подошвы массива, слагающего склон;
- потеря породой упора у основания склона;
- ослабление связи пород на склоне.

В районах развития оползней с помощью рекогносцировки проверяются сложившиеся на основании проработки литературных и фондовых материалов представления:

- о геоморфологии, генетическом типе склона, формах нарушения устойчивости;
- типах и времени образования оползней, стадии их развития и причинах образования;
- характере, размерах и времени образования деформаций зданий и сооружений;
- об эффективности осуществленных на склоне противооползневых мероприятий.

Оползни возникают вследствие несоответствия крутизны склона характеру и состоянию слагающих его пород.

Программа полевых обследований оползней разрабатывается применительно к каждому конкретному оползневому участку.

В сложных случаях, при значительных объемах оползневых смещений к составлению программы обследований следует привлекать работников местных противооползневых станций и других специалистов по оползням.

В программу включаются:

а) топографическая съемка;

б) инженерно-геологическая съемка оползня и прилегающей к нему площади, с использованием материалов аэрофотосъемки и необходимыми геологоразведочными и геофизическими работами;

в) полевые и лабораторные испытания грунтов, анализы воды.

Инженерно-геологическая съемка в сложных случаях производится в двух масштабах - мелком (но не мельче 1:10000) и крупном 1:2000 и крупнее.

Основой для инженерно-геологической съемки должен служить топографический план такого же масштаба или крупнее. Съемкой захватывается как оползневой участок, так и прилегающая к нему площадь. В бортовых частях эта площадь захватывает полосу до 50 - 100 метров, склона до 100 метров за его бровку, в нижней части до 50 м дальше языка оползня. При небольшом протяжении оползневого участка и простом строении можно ограничиться только крупномасштабной съемкой. Мелкомасштабная съемка должна осветить оползневой склон и прилегающую к нему площадь.

Съемкой желательно охватить область питания водоносных горизонтов (если она близко расположена), речные террасы, что может помочь установить возраст оползней.

В результате мелкомасштабной съемки выясняются основные черты геологии и геоморфологии местности, гидрогеологические условия, пути поступления воды в оползневой склон, область ее питания.

Крупномасштабная инженерно-геологическая съемка производится в масштабе 1:500, 1:1000, 1:2000 с сечением горизонталей через 1,0 - 0,5 м.

Топографическая съемка является по существу составной частью инженерно-геологической съемки и производится под наблюдением и участием инженера-геолога.

На топографическом плане должны быть показаны и описаны геологом:

- выходы маркирующих горизонтов (слоев как смещенных, так и несмещенных), с указанием абсолютной высоты залегания;
- все выходы и скопления воды с указанием их характера, границы оползневой зоны, промоины, овраги, западины, валы выпирания, оползневые ступени, все виды трещин;
- искусственные сооружения, в том числе и противооползневые: (насыпи, выемки должны быть вычерчены в горизонталях);
- разведочные выработки и точки геофизических наблюдений;
- оползневые реперы.

При съемке производится описание рельефа склона и всех мест, отмеченных выше. Определяется генезис и возраст отдельных элементов рельефа.

По обнажениям и выработкам изучается характер пород, слагающих оползневой склон, как нарушенных, так и ненарушенных. Для ненарушенных пород определяется порядок напластования, литологический состав, распространенность, элементы залегания, направление и углы падения пластов (плоскостей напластования и трещин отдельностей), наличие тектонических нарушений и их характер. Устанавливаются состав, мощность и условия залегания покровных грунтов и оползневых накоплений. Особое внимание уделяется изучению подземных вод, определяется дебит источников, причины заболоченности. Определяется наличие водоносных горизонтов в коренных породах, их характер, глубина залегания, мощность, область питания, связь с поверхностными водами, изучают характер влияния на развитие оползней подмыва, волноприбоя, поверхностных вод, суффозии.

Устанавливаются основные причины оползания.

Закладываемые при изучении оползня разведочные выработки и точки геофизических наблюдений должны быть расположены с таким расчетом, чтобы можно было составить разрезы по линии, совпадающей с направлением движения оползня и по линиям, перпендикулярным к этому направлению, а также по другим характерным линиям. Количество створов определяется в каждом отдельном случае индивидуальной программой. Часть створов должна обязательно пересекать оползневое тело, а другие устанавливаться на прилегающих участках склона, не затронутых оползней.

В районах развития оползней должно быть изучено:

- изменение величины сопротивления сдвигу от нагрузки для оползней, возникающих при изменении напряженного состояния;
- изменение величины сопротивления сдвигу от влажности для оползней, возникающих при увлажнении грунтов;
- изменение прочности при выщелачивании глинистых грунтов для оползней выдавливания;
- изменение величины сопротивления сдвигу при полном водонасыщении в стадии просадочных и послепросадочных деформаций для оползней в лессовых грунтах;
- изменение величины критического гидравлического градиента для оползней, возникающих при выплывании песчаных грунтов;
- изменение величины сопротивления сдвигу по плоскостям напластования, трещинам и другим поверхностям ослабления для оползней скольжения;
- реологические свойства грунтов для оползней типа «крип».

Стационарные наблюдения за оползнями проводятся при необходимости изучения динамики и механизма процесса с целью последующего прогнозирования оползневой деятельности. В их составе проводятся:

- инструментальные геодезические наблюдения за планово-высотным положением реперов (марок);
- полуинструментальные наблюдения за деформациями маяков;
- наблюдения за режимом подземных вод на оползневых склонах и т.д.

Сели.

В районах развития селей инженерно-геологическую рекогносцировку следует проводить в очагах их возможного зарождения. Основная ее цель - выявление скоплений рыхлого материала, который может быть вовлечен в селевой поток, и предварительное определение их объемов.

В селеопасных бассейнах инженерно-геологическую съемку масштаба 1:50000 и крупнее следует проводить на территории всего бассейна в комплексе с гидрологическими работами. В процессе съемки в пределах бассейна должны быть выявлены очаги зарождения селей, транзитные зоны и зоны разгрузки обломочного материала.

В очагах зарождения селей изучению подлежат состав коренных пород и условия их залегания, трещиноватость и склонность к выветриванию, состав и объем обломочного материала, условия его залегания, возможность вовлечения в селевой поток.

В транзитных зонах изучают продольные и поперечные профили временных и постоянных водотоков, участки возможных заторов, признаки ранее прошедших селей.

В зонах разгрузки - объемы обломочного материала, выносимого за один сель.

Выполняется инженерно-геологическая съемка (регионального характера) масштаба 1:50000 для районирования значительной по площади территории по степени селеопасности с выделением путей движения селевых потоков и мест основного сноса грунтового материала. Не исключается инженерно-геологическая съемка более крупных масштабов (1:25000 - 1:5000) на отдельных участках для обоснования компоновки проектируемых зданий и сооружений, а также инженерно-геологической разведки в сфере их взаимодействия с грунтами.

В районах развития физико-геологических процессов должны быть изучены:

В районах развития каменных осыпей подлежат изучению:

- условия залегания и петрографический состав коренных пород в области питания осыпей;
- способность пород к выветриванию;
- форма и крутизна коренного склона;
- крутизна поверхности осыпи, ее мощность, взаимное соотношение областей питания, перемещения и накопления;
- положение относительно морфологических элементов долины; форма в плане;
- механический состав, причины и признаки подвижек материала.

На обвалоопасных склонах должны быть изучены:

- высота, форма склона и его общая крутизна, условия залегания и петрографический состав пород, слагающих склон;
- приуроченность склона к зонам тектонических разломов и тектоническим структурам;
- трещиноватости пород, их выветрелость и способность к выветриванию;

- форма скоплений и объем скопившихся глыб пород на склоне и у его подножия;
- предельная и средняя дальность отлета глыб от склона;
- условия устойчивости склона; состояние и эффективность работы противообвальных сооружений.

В районах развития подтопления застраиваемых территорий следует выяснить искусственные и естественные факторы и источники подтопления, закономерности проявления и развития влияния подтопления на существующие и проектируемые здания и сооружения.

В районах развития подтопления на застраиваемых территориях необходимо изучать прочностные и деформационные характеристики грунтов при естественной влажности и в состоянии полного влагонасыщения жидкостями, близкими по составу к стокам проектируемых предприятий.

При проведении рекогносцировки на застроенных территориях, в пределах которых отмечается процесс подтопления, должны быть выявлены и типизированы основные техногенные факторы, вызвавшие этот процесс, в том числе источники возмущения уровня режима грунтовых вод или источники поступления воды во вновь формируемый техногенный водоносный горизонт.

Результатом проделанной работы должна стать оценка опасности и риска строительства в районах с опасными геологическими процессами, а также сформулированы рекомендации по инженерной защите опасной территории строительства.

2.4. Гидрогеологические исследования.

Гидрогеологические работы производятся для установления:

- условий залегания и распространения, режима и химического состава подземных вод;
- определения гидрогеологических параметров водоносных горизонтов в пределах возможной сферы взаимодействия;
- выявления взаимосвязей подземных и поверхностных вод.

В простейшем случае следует изучить первый от поверхности водоносный горизонт грунтовых вод, его уровень (колебания УГВ), распространение, направление движения, химический состав и агрессивность грунтовых вод.

При некоторых видах специальных крупномасштабных съемок (например, для гидротехнического строительства или мелиорации земель) проводят большой объем опытно-фильтрационных работ (наливов, нагнетаний, откачек и др.) с целью получения исходных данных, нужных для расчета гидрогеологических процессов: фильтрации, подтопления, заболачивания, водоприток в выемки, прорыва напорных вод и др.

Гидрогеологические исследования следует также выполнять с целью детализации гидрогеологических условий и обеспечения прогноза их изменения

при строительстве и эксплуатации зданий и сооружений, в том числе возможного подтопления территории, загрязнения и изменения химического состава подземных вод.

Под детализацией гидрогеологических условий следует понимать составление фильтрационной схемы, включающей все гидрогеологические закономерности, характер протекания гидрогеологического процесса во времени, структуру потока, граничные условия, определяемые закономерностями изменения гидрогеологических параметров.

При изучении гидрогеологических условий в соответствии с конкретными задачами изысканий следует при необходимости устанавливать:

- наличие водоносных горизонтов, влияющих на условия строительства и (или) эксплуатации сооружений или горизонтов, испытывающих влияние и подлежащих защите от загрязнения и истощения;
- условия залегания, распространения и гидравлические особенности этих горизонтов;
- состав и фильтрационные свойства водовмещающих и водоупорных пород и грунтов зоны аэрации, изменчивость их в плане и разрезе;
- граничные условия в плане и разрезе;
- закономерности движения подземных вод;
- основные источники питания, условия питания и разгрузки подземных вод;
- химический состав подземных вод и его влияние на сооружения;
- гидравлическую взаимосвязь подземных вод с водами нижележащих водоносных горизонтов и поверхностными водами; режим подземных вод;
- влияние техногенных факторов на изменение гидрогеологических условий.

Гидрогеологические параметры и другие характеристики следует определять в пределах сферы взаимодействия зданий и сооружений с геологической средой в соответствии со справочным приложением 5 СНиП 1.02.07-87.

Виды и продолжительность откачек следует принимать в соответствии с обязательным приложением 6 СНиП 1.02.07-87.

Испытания проницаемости грунтов полевыми методами следует выполнять в соответствии с ГОСТ 23278-78.

В составе гидрогеологических исследований следует выполнять гидрохимические исследования для установления химического состава подземных и поверхностных вод в целях определения агрессивности к бетону и коррозионной активности к металлам, оценки влияния подземных вод на развитие геологических процессов (карста, химической суффозии и др.) и выявления ореола загрязнения подземных вод и источников их загрязнения.

Основным видом гидрогеологических исследований при инженерно-геологической разведке являются помимо стационарных наблюдений опытно-фильтрационные работы, производимые на участках размещения отдельных зданий и сооружений. При фильтрационном опробовании водоносных грунтов предпочтение следует отдавать кустовым откачкам из скважин, а грунтов зоны аэрации - наливом воды в шурфы.

При необходимости обоснования проектов дренажных сооружений, оценки возможного загрязнения подземных вод, оценки суффозионной устойчивости строительной площадки и т.п. необходимо производить опытные работы по определению направления и скорости движения подземных вод.

Прогноз загрязнения подземных вод на территории изысканий обязателен:

а) в условиях инфильтрации промышленных стоков в водоносный горизонт, воды которого используются для хозяйственно-питьевого водоснабжения;

б) при наличии гидравлической связи загрязняемого водоносного горизонта с водоносным горизонтом, являющимся источником водоснабжения района;

в) при дренировании открытыми водоемами загрязняемого водоносного горизонта при использовании поверхностных вод для водоснабжения;

г) при отсутствии естественного экранирующего слоя пород зоны аэрации с низкими фильтрационными свойствами (глины, суглинки);

д) при наличии или возможности образования обратных уклонов зеркала подземных вод на участке изысканий в результате развития депрессионных воронок близко расположенными водозаборами;

е) при наличии в стоках высокотоксичных ингредиентов с низкими предельно допустимыми концентрациями (ПДК);

ж) при наличии в сточных водах компонентов, агрессивных к материалам оснований и фундаментов инженерных сооружений;

з) при химической «несовместимости» сточных и фоновых подземных вод.

При производстве инженерно-геологической разведки следует выполнять стационарные наблюдения за динамикой развития физико-геологических процессов и явлений, режимом уровня и химического состава подземных вод, температурой грунтов и подземных вод. Стационарные наблюдения при необходимости должны быть продолжены в течение строительства.

2.5 .Инженерно-геофизические исследования.

Геофизические исследования при инженерно-геологических изысканиях необходимо выполнять в сочетании с другими видами инженерно-геологических работ, как правило, при изысканиях на всех стадиях проектирования для решения следующих задач:

- определения геологического строения массива;
- изучения гидрогеологических условий;
- определения состава, состояния и свойств грунтов;
- изучения геологических процессов и их изменений;
- сейсмического микрорайонирования территории.

В зависимости от решаемых задач и инженерно-геологических условий следует использовать различные геофизические методы, их модификации и комплексы, а также способы наблюдений на поверхности и в горных выработках. Геофизические методы следует выбирать в соответствии со справочным приложением 3 СНиП 1.02.07-87 Инженерно-геологические изыскания.

Геофизические исследования при инженерно-геологических изысканиях выполняются на всех стадиях (этапах) изысканий, как правило, в сочетании с другими видами инженерно-геологических работ с целью:

- определения состава и мощности рыхлых четвертичных (и более древних) отложений;
- выявления литологического строения массива горных пород, тектонических нарушений и зон повышенной трещиноватости и обводненности;
- определения глубины залегания уровней подземных вод, водоупоров и направления движения потоков подземных вод, гидрогеологических параметров грунтов и водоносных горизонтов;
- определения состава, состояния и свойств грунтов в массиве и их изменений;
- выявления и изучения геологических и инженерно-геологических процессов и их изменений;
- проведения мониторинга опасных геологических и инженерно-геологических процессов;
- сейсмического микрорайонирования территории.

Выбор методов геофизических исследований (основных и вспомогательных) и их комплексирование следует проводить в зависимости от решаемых задач и конкретных инженерно-геологических условий.

Наиболее эффективно геофизические методы исследований используются при изучении неоднородных геологических тел (объектов), когда их геофизические характеристики существенно отличаются друг от друга.

Определение объемов геофизических работ (количества и системы размещения геофизических профилей и точек) следует осуществлять в зависимости от характера решаемых задач (с учетом сложности инженерно-геологических условий).

Для обеспечения достоверности и точности интерпретации результатов геофизических исследований проводятся параметрические измерения на опорных (ключевых) участках, на которых осуществляется изучение геологической среды с использованием комплекса других видов работ (бурения скважин, проходки шурфов, зондирования, с определением характеристик грунтов в полевых и лабораторных условиях).

Для изучения состояния грунтов под фундаментами зданий и сооружений, а также проведения локального мониторинга изменений их состояния во времени в сочетании с методами геофизических исследований (приложение Е СНиП 1.02.07-87) могут быть использованы газово-эманационные методы, обеспечивающие независимость результатов измерений от электрических и механических помех, существующих на застроенных территориях и затрудняющих проведение исследований другими геофизическими методами. Газово-эманационные методы, основанные на пространственно-временной связи полей радиоактивных и газовых эманаций, рекомендуется проводить в комплексе

с межскважинным сейсмоакустическим просвечиванием грунтов под фундаментами зданий и сооружений с целью оценки возможного изменения их физико-механических характеристик.

Геофизические работы следует начинать с выполнения параметрических замеров удельных электросопротивлений и скоростей прохождения упругих волн по характерным для площадки съемки образцам пород, а также выполнения исследований у опорных скважин и обнажений, что необходимо для правильной и однозначной геологической интерпретации результатов последующих работ. Перед началом работ методом электропрофилирования (ЭП) на отдельных точках должно быть поставлено вертикальное электрическое зондирование (ВЭЗ).

Обработка материалов геофизических исследований и их геологическая интерпретация должны вестись оперативно с целью своевременного использования полученных результатов в работе съемочных групп. При затруднениях в интерпретации по заданию геофизика на характерных участках должны быть пройдены горные выработки или буровые скважины.

По результатам выполненных работ строятся:

- карты электросопротивлений;
- геоэлектрические разрезы;
- карты типов кривых ВЭЗ;
- сейсмогеологические разрезы;
- карты граничных скоростей;
- другие карты и разрезы, соответствующие решению поставленной задачи.

2.6. Инженерно-геокриологические исследования.

В районах с вечномерзлыми грунтами уточняются полученные при сборе и анализе литературных и фондовых материалов представления:

- о зональных и местных закономерностях распространения, составе и льдистости вечномерзлых грунтов;
- физико-геологических криогенных и посткриогенных процессах и образованиях, связанных с сезонным и многолетним промерзанием
- протаиванием горных пород (сезонные и многолетнемерзлые бугры пучения, термокарст, криогенное растрескивание, повторно-жильные льды, солифлюкция, термоэрозия и др.).

Уточняются также границы выделенных при дешифрировании материалов аэрофотосъемки и аэровизуальных наблюдений (если они проводились) типов и видов ландшафтов. В границах наиболее типичных ландшафтов намечаются участки для организации стационарных наблюдений за динамикой слоя сезонного промерзания - протаивания, температурным режимом грунтов в границах зоны годовых колебаний температуры, а также ключевые участки для последующих съемочных работ.

Одновременно в пределах выделенных ландшафтных типов уточняются закономерности распространения и интенсивность проявления физико-

геологических процессов и образований, предварительно оценивается их возможное влияние на инженерные сооружения.

При обследованиях подвергшихся деформациям зданий и других инженерных сооружений собираются сведения:

- об их основаниях (характере разреза, льдистости пород, температуре);
- принципе использования грунтов в качестве оснований, конструкциях фундаментов;
- особенностях эксплуатации здания, в первую очередь тех, которые могут нарушить температурный режим грунтов оснований (сброс воды в вентилируемые подполья, нарушения теплоизоляции в подводящих тепломагистралях и др.).

В практике исследования мерзлых грунтов применение геофизических методов особенно целесообразно в районах со сложными мерзлотными условиями: широким распространением таликов, резкими колебаниями мощности мерзлых грунтов, наличием подземных льдов и др.

Среди геофизических методов наибольшее значение имеет термометрия. С ее помощью определяются температура и характер распределения грунтов по разрезу, а также мощность вечномерзлых грунтов. Для измерения температуры применяются ртутные срочные заленивленные термометры и термометры сопротивления. Термозамеры должны производиться в выстоявшихся скважинах, время выстойки которых зависит от глубины скважины, способа ее проходки (с промывкой или всухую), температуры грунтов.

Стационарные мерзлотные наблюдения проводятся при необходимости изучения динамики процессов, происходящих при сезонном и многолетнем промерзании - оттаивании грунтов в естественных и нарушенных условиях.

Стационарные наблюдения являются составной частью работ по инженерно-геологической съемке, и организуются для решения практических задач, связанных, главным образом, с прогнозом изменения мерзлотных условий при строительстве и воздействием физико-геологических процессов на инженерные сооружения.

Объектами стационарных наблюдений, в первую очередь, являются:

- термический режим грунтов;
- динамика слоев сезонного промерзания - протаивания;
- пучение и осадка грунтов;
- водный режим грунтов;
- динамика снежного покрова;
- динамика физико-геологических криогенных и посткриогенных процессов (термокарста, солифлюкции, термоэрозии, сезонных и многолетних бугров пучения).

В районах распространения вечномерзлых грунтов должны быть установлены:

- закономерности формирования и распространения сезонно-мерзлых грунтов (условия распространения, состав, влажность, криогенное строение и динамика промерзания - протаивания в зависимости от характера рельефа, состава промерзающих - протаивающих грунтов, их влажности, растительного и снежного покровов);

- закономерности температурного режима грунтов на основе анализа связей между природными факторами - рельефом, составом пород, растительностью, снегом и мерзлотными условиями в пределах выделенных ландшафтных типов;
- условия распространения вечномерзлых грунтов и расчленяющих их таликов;
- особенности состава и свойств мерзлых, промерзающих и оттаивающих грунтов;
- криогенное строение мерзлых грунтов, их влажность и льдистость;
- особенности распространения и формирования таликов различных типов;
- закономерности развития и распространения криогенных и посткриогенных процессов и образований в - зависимости от геолого-геоморфологических и мерзлотных условий;
- опыт строительства на вечномерзлых грунтах;
- мерзлотно-инженерно-геологические (инженерно-геокриологические) условия строительства в границах, выделенных в процессе съемки литолого-генетических комплексов.

В районах развития криогенных и посткриогенных процессов необходимо выяснить условия их развития на период строительства и эксплуатации инженерных сооружений. Физико-геологические криогенные и посткриогенные процессы и явления в силу динамичности развития могут оказать неблагоприятное воздействие на инженерные сооружения в процессе их строительства и эксплуатации.

2.7. Сейсмологические и сейсмотектонические исследования территории, сейсмическое микрорайонирование.

Определение сейсмичности площадок строительства производится на основании сейсмического микрорайонирования, которое выполняется в составе инженерных изысканий.

Результатом работ по сейсмическому микрорайонированию является карта сейсмического микрорайонирования с пояснительной запиской, утверждаемая для территорий городов и населенных пунктов Госстроем союзной республики в качестве республиканского нормативного документа, обязательного для всех организаций независимо от их ведомственной подчиненности, осуществляющих проектирование для строительства на данной территории.

Карты сейсмического микрорайонирования составляются в масштабах 1:25000-1:5000 в зависимости от сложности инженерно-геологических условий и характера объектов строительства.

В тех случаях, когда в процессе производства инженерных изысканий на площадках строительства конкретных зданий (сооружений), расположенных в границах действующих карт сейсмического микрорайонирования, выявлены не учтенные ранее факторы, способные повлиять на сейсмичность (наличие локальных неоднородностей, длительное воздействие техногенных факторов и т. п.),

а также при размещении зданий (сооружений) на границах участков с различной сейсмичностью следует уточнить сейсмичность площадки строительства. Работы по уточнению сейсмичности площадок строительства выполняются организацией, составившей карту сейсмического микрорайонирования данной территории, или, по согласованию с ней, другой изыскательской организацией.

Лекция 2:

5. Работы в составе инженерно-геотехнических изысканий.

Инженерно - геотехнические изыскания это работы, направленные на изучение свойств грунтов и грунтовых массивов, используемых в качестве оснований сооружений, среды для устройства подземных сооружений, также для оценки устойчивости природных и антропогенных грунтовых массивов, склонов и откосов.

Инженерно - геотехнические изыскания, как самостоятельный вид инженерных изысканий в России, введен относительно недавно. В 2006 году вышло постановление Правительства Российской Федерации № 20 от 19.01.2006 года «Об инженерных изысканиях для подготовки проектной документации, строительства, реконструкции объектов капитального строительства», где, в составе инженерных изысканий был введен новый вид – инженерно-геотехнические изыскания.

Виды работ в составе инженерно-геотехнических изысканий.

Виды работ в составе инженерно - геотехнических изысканий определены в приказе Минрегиона России № 624 от 30.12.2009 «Об утверждении Перечня видов работ по инженерным изысканиям, по подготовке проектной документации, по строительству, реконструкции, капитальному ремонту объектов капитального строительства, которые оказывают влияние на безопасность объектов капитального строительства».

В разделе 1 Виды работ по инженерным изысканиям, которые оказывают влияние на безопасность объектов капитального строительства, перечислены под №5. Выполняются данные виды работ в составе инженерно - геологических изысканий или отдельно на изученной в инженерно-геологическом отношении территории под отдельные здания и сооружения.

Геотехнические категории сложности строительных объектов.

Различают три геотехнических категории, отвечающих уровню сложности для решения геотехнических задач:

- *геотехническая категория 1* - соответствует геотехнической задаче минимальной сложности;
- *геотехническая категория 2* - соответствует рядовой геотехнической задаче;
- *геотехническая категория 3* - наиболее сложной геотехнической задаче.
-

При определении геотехнической категории учитывают:

- категорию ответственности строящегося здания (сооружения) или категорию технического состояния объекта реконструкции;
- категорию риска для существующей застройки, обусловленного влиянием нового строительства или реконструкции;
- категорию технического состояния застройки, окружающей объект строительства или реконструкции.

К геотехнической категории I относят:

- реконструкцию здания без увеличения нагрузок на основание и без изменения статических условий работы основания (без устройства новых фундаментов, без углубления существующих подвалов и т.д.) при условии, что техническое состояние здания оценивается категорией 1;
- новое строительство зданий и сооружений, инженерных коммуникаций, оцениваемых категорией ответственности 1 и не оказывающих влияния на окружающую застройку в плане статических и техногенных воздействий на основание.

К геотехнической категории II относят:

- сочетания, не вошедшие в геотехнические категории I и III.

К геотехнической категории III относят:

- такие сочетания, в которых хотя бы одна компонента представлена категорией 3. Исключениями являются случаи, когда имеет место категория 1 риска, а ответственность объекта нового строительства или техническое состояние реконструируемого здания характеризуется категориями 1 и 2 - этим случаям соответствуют геотехнические категории I и II.

Категория ответственности нового строительства определяется в зависимости от класса ответственности здания или сооружения (в соответствии со СНиП 2.01.07-85 "Нагрузки и воздействия" Актуализированная редакция).

Предварительная оценка геотехнической ситуации.

Предварительная оценка геотехнической ситуации выполняется на стадии оценки инвестиционной привлекательности (технико-экономического обоснования) объекта реконструкции или нового строительства.

Для предварительной оценки геотехнической ситуации необходима следующая документация:

- информация о назначении объекта нового строительства или реконструкции;
 - генплан объекта;
 - основные конструктивно-планировочные решения (включая подземное пространство);
 - ориентировочный уровень нагрузок на основание;
 - архивные сведения об инженерно-геологических условиях площадки.
- В рамках предварительной оценки геотехнической ситуации производится:*
- предварительная оценка категории технического состояния соседних зданий (сооружений);

- определение геотехнической категории объекта реконструкции или нового строительства;
- назначение объема работ по изысканиям и обследованиям в соответствии с определенной геотехнической -категорией;
- выявление принципиально возможных вариантов устройства подземной части строящегося здания, сооружения или необходимости усиления реконструируемого здания;
- ориентировочная оценка стоимости работ по устройству подземной части здания и/или усилению конструкций, включая работы по геотехническому сопровождению.

Геотехническая категория сложности нового строительства или реконструкции подлежит уточнению на всех этапах геотехнического сопровождения.

Инженерно - геотехнические изыскания (как правило, дополнительно или в комплексе с инженерно - геологическими изысканиями) выполняются в случаях:

- строительства объектов повышенного уровня ответственности и уникальных объектов;
- строительство объектов с заглублением подземной части более 10 м;
- строительство объектов в условиях плотной городской застройки;
- строительство объектов на участках с развитием опасных геологических и инженерно-геологических процессов.

5.1 Проходка горных выработок с их опробованием и лабораторные исследования механических свойств грунтов с определением характеристик для конкретных схем расчета оснований фундаментов.

До начала производства изысканий от соответствующих организаций в установленном порядке должно быть получено разрешение на проходку шурфов, бурение скважин, зондирование вне контура строительной площадки, а в местах исторической застройки - согласование с органами охраны исторических памятников.

Новое строительство на застроенных территориях отличается тем, что в зоне его влияния оказываются существующие эксплуатируемые здания и сооружения, а также историческая застройка, сохранность которых должна быть обеспечена как в период проведения строительных работ, так и при эксплуатации новых зданий и сооружений.

Проведение инженерно-геологических изысканий на застроенных территориях, учитывая сложность природно-техногенных и экологических условий, рекомендуется выполнять с учетом требований СП 11-105-97, части II и III, в комплексе с инженерно-экологическими изысканиями в соответствии с СП 11-102-97.

Объем изысканий и обследований определяется геотехнической категорией сложности объекта, стадией разработки проектной документации, категорией сложности инженерно-геологических условий, конструктивными особенностями здания (сооружения), особенностями его взаимодействия окружающей застройкой.

Количество отобранных образцов при проходке скважин должно обеспечить идентификацию инженерно-геологических элементов и возможность статистической обработки результатов определения физико-механических характеристик грунтов каждого инженерно-геологического элемента (не менее 6 образцов из элемента), но не менее одного образца на 2 погонных метра бурения и не менее трех проб грунтовых вод из каждого водоносного горизонта.

В процессе бурения отбираются пробы грунта для экспресс-определений показателя консистенции.

Выявление гидрогеологического режима осуществляется:

- путем анализа архивных материалов наблюдений за уровнем грунтовых вод по режимным скважинам;
- фиксации полученного анализа при выполнении шурфов и скважин с выделением напорных горизонтов;
- выявлением природных и искусственных источников питания и условий разгрузки.

При необходимости уточнения коэффициента фильтрации грунта в дополнение к лабораторным исследованиям возможно применение экспресс откачек и наливов для расчета противofильтрационных завес, водопритокков и утечек.

Система опробования грунтов.

Инженерно-геологическое опробование грунтов как отдельный этап инженерно-геологического исследования не выделяется, а выполняется в составе рекогносцировки, съемки и разведки для определения состава, состояния и свойств грунтов. Эти характеристики меняются в процессе строительства и эксплуатации зданий и сооружений, поэтому важно прогнозировать их изменения, что также является целью инженерно-геологического опробования.

На этапе инженерно-геологической рекогносцировки опробование проводят для выделения видов грунтов и предварительной оценки возможности использования их для целей строительства. При этом используется визуальный метод оценки в обнажениях и искусственных горных выработках или в небольшом объеме проводятся лабораторные исследования проб грунтов, отобранных с площадки строительства.

При инженерно-геологической съемке опробование проводят с целью определения характеристик физико-механических и других свойств грунтов, используемых в расчетах устойчивости и деформации сооружений, а также для выделения инженерно-геологических элементов, основных закономерностей пространственной изменчивости свойств грунтов, изучения химического состава грунтов и подземной воды.

При инженерно-геологической разведке опробование выполняют

для определения нормативных и расчетных значений показателей свойств грунтов, используемых в расчетах устойчивости и деформации сооружений, а также для выделения инженерно-геологических элементов, выяснения основных закономерностей пространственной изменчивости свойств грунтов, изучения химического состава грунтов и подземной воды.

Инженерно-геологические изыскания и обследование фундаментов.

Выполняются в соответствии с требованиями СП 11-105-97.

В наиболее общем случае инженерно-геологические изыскания в стесненных условиях городской застройки включают:

- изучение архивных материалов;
- выполнение шурфов с обследованием фундаментов и грунтов основания;
- бурением скважин с отбором образцов;
- статическое и динамическое зондирование;
- лабораторные исследования грунтов, подземных вод и материала фундамента;
- обследование свай с определением длины, сплошности и уточнением несущей способности (в том числе статическими испытаниями);
- составление прогноза изменения инженерно-геологических условий.

Использование архивных инженерно-геологических материалов при проектировании допускается, если параметры изысканий прошлых лет соответствуют требованиям задания на изыскания (по глубине бурения, достоверности и полноте информации), а также при расположении скважины прошлых лет не далее 10 м от контура пятна застройки.

В состав физико-механических характеристик грунтов входят:

- плотность грунта и его частиц и влажность (ГОСТ 5180 и ГОСТ 30416);
- коэффициент пористости;
- гранулометрический состав для крупнообломочных грунтов и песков (ГОСТ 12536);
- влажность на границах пластичности и текучести, число пластичности и показатель текучести для глинистых грунтов (ГОСТ 5180);
- угол внутреннего трения, удельное сцепление и модуль деформации грунтов (ГОСТ 12248, ГОСТ 20276, ГОСТ 30416 и ГОСТ 30672);
- временное сопротивление при одноосном сжатии, показатели размягчаемости и растворимости для скальных грунтов (ГОСТ 12248).

Для специфических грунтов, особенности проектирования оснований которых изложены в разделе 6, и при проектировании подземных сооружений (раздел 9) дополнительно должны быть определены характеристики, указанные в этих разделах. По специальному заданию дополнительно могут быть определены и другие необходимые для расчетов характеристики грунтов (например, реологические).

В отчете необходимо указывать применяемые методы лабораторных и полевых определений характеристик грунтов и методы обработки результатов исследований.

Нагрузки и воздействия на основания, передаваемые фундаментами сооружений, должны устанавливаться расчетом, как правило, исходя из рассмотрения совместной работы сооружения и основания.

Учитываемые при этом нагрузки и воздействия на сооружение или отдельные его элементы, коэффициенты надежности по нагрузке, а также возможные сочетания нагрузок должны приниматься согласно требованиям СНиП 2.01.07.

Нагрузки на основание допускается определять без учета их перераспределения надфундаментной конструкцией при расчете:

- а) оснований сооружений III уровня ответственности;
- б) общей устойчивости массива грунта основания совместно с сооружением;
- в) средних значений деформаций основания;
- г) деформаций основания в стадии привязки типового проекта к местным грунтовым условиям.

Инженерно-геологические исследования грунтов площадки для нового строительства выполняются в составе и объеме, предусмотренном СП 11-02-96 и СП 11-105-97.

Инженерно-геологические исследования грунтов площадки устанавливают последовательность и выдержанность напластования грунтов, наличие линз и пластов сильносжимаемых грунтов. Грунты описываются в соответствии с номенклатурой, предусмотренной ГОСТ 25100-2011 с учетом гранулометрического состава грунтов, в том числе пылевато-глинистых; осуществляется высотная привязка слоев и горизонтов грунтовых вод. Количество скважин определяется объемом предыдущих изысканий, стадией проектирования, сложностью геологического строения участка и геотехнической категорией сложности сооружения.

Характеристики грунтов природного сложения, а также искусственного происхождения должны определяться, как правило, на основе их непосредственных испытаний в полевых или лабораторных условиях с учетом возможного изменения влажности грунтов в процессе строительства и эксплуатации сооружений.

Характеристики грунтов, необходимые для проектирования оснований (модуль деформации E , удельное сцепление c , угол внутреннего трения j), определяют, как правило, для природного состояния грунтов.

При проектировании оснований, сложенных не полностью водонасыщенными ($S_r < 0,8$) пылевато-глинистыми грунтами и пылеватými песками, следует учитывать возможность снижения их прочностных и деформационных характеристик вследствие повышения влажности грунтов в процессе строительства и эксплуатации сооружения.

Для определения прочностных характеристик (j и c) грунтов, для которых прогнозируется повышение влажности, образцы грунтов предварительно насыщаются водой до значений влажности, соответствующих прогнозу. При определении модуля деформации в полевых условиях допускается проводить испытания грунта при природной влажности с последующей корректировкой полученного значения модуля деформации на основе компрессионных испытаний.

Для этого проводятся параллельные компрессионные испытания грунта природной влажности и грунта, предварительно водонасыщенного до требуемого значения влажности. Полученный в лабораторных опытах коэффициент снижения модуля деформации грунта при его дополнительном водонасыщении используется для корректировки полевых данных.

Требованием п. 5.1.4. СП 50-101-2004 является учет взаимодействия сооружения с основанием. Расчетная схема системы "сооружение-основание" или "фундамент-основание" должна выбираться с учетом наиболее существенных факторов, определяющих напряженное состояние и деформации основания и конструкций сооружения (статической схемы сооружения, особенностей его возведения, характера грунтовых напластований, свойств грунтов основания, возможности их изменения в процессе строительства и эксплуатации сооружения и т.д.).

Схемы расчета несущей способности оснований фундаментов приведены в Пособии к СНиП 2.02.01-83.

5.2. Полевые испытания грунтов

с определением их стандартных прочностных и деформационных характеристик (штамповые, сдвиговые, прессиометрические, срезные).

Испытания эталонных и натурных свай.

Наиболее достоверными методами определения деформационных характеристик нескольких грунтов являются полевые их испытания статическими нагрузками в шурфах, дудках или котлованах с помощью плоских горизонтальных штампов площадью 2500-5000 см², а также в скважинах или в массиве с помощью винтовой лопасти-штампа площадью 600 см², выполняемые в соответствии с действующим ГОСТом. При этом применительно к рассматриваемым методам расчета оснований по деформациям эталонным методом определения деформационных характеристик считаются указанные полевые испытания в шурфах, дудках или котлованах. Расчет модуля деформации грунтов по результатам их испытаний с помощью плоского горизонтального штампа и винтовой лопасти-штампа проводится по приведенным в действующем ГОСТе формулам.

К полевым методам изучения физико-механических свойств грунтов относится микропенетрация, лопастные испытания, динамическая пенетрация, статическая пенетрация, прессиометрия.

Полевые методы позволяют изучить грунты в условиях естественного залегания, что значительно повышает точность определения их свойств.

Однако, полевые методы, в отличие от лабораторных, не дают представления об изменениях в поведении грунтов в результате изменения внешних условий при строительстве. Они характеризуют свойства, отвечающие состоянию грунта, находящегося под воздействием только природной среды. Полная всесторонняя

оценка строительных свойств грунтов может быть получена только при совместном использовании лабораторных и полевых методов исследования.

Микропенетрация дает возможность качественно охарактеризовать прочность грунта и количественно оценить его консистенцию.

Лопастные испытания выполняются для глинистых грунтов мягкопластичной текучей и текучепластичной консистенции, а также для илов и торфов и являются основным методом определения сопротивления этих грунтов сдвигу, поскольку отбор монолитов из них затруднен.

Лопастные испытания дают также возможность охарактеризовать «чувствительность» и оценить структурную прочность исследуемых грунтов. Данные лопастных испытаний выражают общее сопротивление сдвигу, обусловленные трением и сцеплением. Для грунтов текучей и текучепластичной консистенции углов внутреннего трения (φ°) очень мало, при расчетах можно принять его равным нулю, а величина сцепления принимается равной общему сопротивлению сдвига, полученному в процессе испытаний.

Динамическое зондирование заключается в механической или ручной забивке зонда с коническим наконечником. По результатам измерений, полученных в процессе динамического зондирования, рассчитывают сопротивление грунта внедрению зонда, оформляемое в виде непрерывного графика.

Метод динамического зондирования рекомендуется главным образом для качественной оценки толщи грунтов. Этот метод применяется для оценки относительной плотности и однородности грунтов, в основном для сравнительной оценки плотности сложения песчаных грунтов с целью выявления и оконтуривания более рыхлых участков. Особенно он эффективен для песков, залегающих ниже уровня грунтовых вод, где практически невозможно отобрать образцы грунта с ненарушенной структурой.

Статическое зондирование состоит в погружении зонда в грунт путем задавливания под действием статической нагрузки и определения величины этого усилия.

Метод статического зондирования дает возможность дать не только качественную оценку толщ грунтов, но и получать ряд количественных характеристик. (Угол внутреннего трения и трение по боковой поверхности). При статическом зондировании по величине лобового сопротивления грунта внедрению наконечника определяются плотность песков, консистенция глинистых грунтов, модуль деформации.

Метод прессиометрии применяется для определения деформационных свойств грунта. Процесс испытаний состоит в том, что к стенкам скважины, через резиновую камеру прикладывается ступенями возрастающее давление, и при этом измеряется вызванная нагрузкой деформация грунта. По данным испытаний определяется модуль деформации грунта. В практике изысканий полевые методы исследований грунтов применяются в основном для обследования мест индивидуального проектирования, а также мест устройства гражданских зданий и искусственных сооружений.

Испытания свай в грунте статической и динамической нагрузками проектные и строительные организации, при необходимости, должны осуществлять в период выполнения проектно-изыскательских работ в соответствии с требованиями ГОСТ 5686-78 и ГОСТ 24546-81.

Достоверными методами определения деформационных характеристик дисперсных грунтов являются полевые испытания статическими нагрузками в шурфах, дудках или котлованах с помощью плоских горизонтальных штампов площадью 2500 - 5000 см², а также в скважинах или в массиве с помощью винтовой лопасти-штампа площадью 600 см² (ГОСТ 20276).

Модули деформации песчаных и глинистых грунтов, не обладающих выраженной анизотропией их свойств в горизонтальном и вертикальном направлениях, могут быть определены по испытаниям радиальными и лопастными прессиометрами в скважинах или массиве (ГОСТ 20276).

Для сооружений I уровня ответственности значения по данным прессиометрических испытаний должны уточняться на основе их сопоставления с результатами параллельно проводимых испытаний того же грунта штампами. Для зданий и сооружений II и III уровней ответственности допускается определять значения только по испытаниям грунтов прессиометрами, используя корректировочные коэффициенты по ГОСТ 20276.

Модули деформации песков и глинистых грунтов могут быть определены методом статического зондирования, а песков (кроме пылеватых водонасыщенных) - методом динамического зондирования (ГОСТ 19912).

Для сооружений I и II уровней ответственности значения по данным зондирования должны уточняться на основе их сопоставления с результатами параллельно проводимых испытаний того же грунта штампами (см. 5.3.3). Для зданий и сооружений III уровня ответственности допускается определять значения только по результатам зондирования, используя таблицы, приведенные в СП 11-105 (ч. I), или региональные таблицы, приведенные в территориальных строительных нормах.

В лабораторных условиях модули деформации глинистых грунтов могут быть определены в компрессионных приборах и приборах трехосного сжатия (ГОСТ 12248).

Для сооружений I и II уровней ответственности значения по лабораторным данным должны уточняться на основе их сопоставления с результатами параллельно проводимых испытаний того же грунта штампами (см. 5.3.3). Для сооружений III уровня ответственности допускается определять значения только по результатам компрессии, корректируя их с помощью повышающих коэффициентов, приведенных в таблице 5.1. Эти коэффициенты распространяются на четвертичные глинистые грунты с показателем текучести $0 < 1$, при этом значения модуля деформации по компрессионным испытаниям следует вычислять в интервале давлений 0,1 - 0,2 МПа.

Прочностные характеристики дисперсных грунтов (угол внутреннего трения

и удельное сцепление) могут быть получены путем испытаний грунтов лабораторными методами на срез или трехосное сжатие (ГОСТ 12248), а в полевых условиях - испытаниями на срез целиков грунта в шурфах или котлованах (ГОСТ 20276).

Для водонасыщенных глинистых грунтов с показателем текучести $> 0,5$, органоминеральных и органических грунтов, для которых подготовка целиков для полевых испытаний или отбор образцов для лабораторных испытаний затруднительны, прочностные характеристики для расчета оснований из этих грунтов в нестабилизированном состоянии могут быть определены полевым методом вращательного среза в скважинах или в массиве (ГОСТ 20276).

Испытание свай.

Несущая способность свай или способность восприятия сваей внешних нагрузок может быть определена по таблицам и расчетным зависимостям, по данным динамических испытаний, по данным динамического и статического зондирования, испытаниями эталонных и натуральных свай. Наиболее достоверным методом являются полевые испытания натуральных свай.

Полевые испытания натуральных свай проводят с целью контроля соответствия их несущей способности расчетным нагрузкам, принятым в проекте свайного фундамента.

Испытания буронабивных свай на вдавливающие, выдергивающие и горизонтальные статические нагрузки выполняются согласно ГОСТ 5686 – 94 "Грунты. Методы полевых испытаний сваями" с учетом требований СНБ 5.01.01-99 "Основания и фундаменты зданий и сооружений" или СНиП 2.02.03-85 "Свайные фундаменты".

Количество испытываемых свай при строительстве должно составлять:

- при испытании свай статической вдавливающей нагрузкой до 0,5 % от общего количества свай на данном объекте, но не менее 2 шт;
- при испытании свай статической выдергивающей или горизонтальной нагрузкой - не менее 2 шт.

Измерительные приборы и оборудование для испытания свай.

1. Гидравлическая насосная станция передвижного типа;
2. Гидродомкрат – ДГ- 200 (грузоподъемностью 2000 кН);
3. Прогибомеры – 6 ПАО с ценой деления 0,01 мм;
4. Манометр – «Gidrospan» или динамометр.

Испытание свай статическими осевыми вдавливающими и выдергивающими нагрузками.

Испытания буронабивных свай производят для установления их несущей способности на вдавливание (выдергивание) и установления зависимости перемещений в грунте от нагрузок. Для нагружения буронабивных свай используется установка, в которой упором для гидравлического домкрата служит система из упорных балок.



Общий вид испытательного стенда.

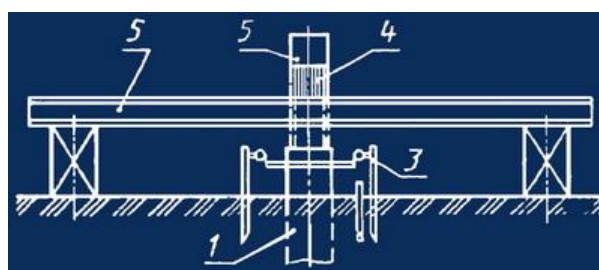


Схема установки стенда для испытания свай выдергивающими нагрузками. Нагружение испытываемой сваи производят равномерно, без ударов, ступенями нагрузки, значение которых устанавливается программой испытаний, но принимается не более $1/10$ заданной в программе наибольшей нагрузки на сваю. Измерение перемещений буронабивных свай производится двумя прогибомерами с точностью $0,01$ мм.

Опоры прогибомеров устанавливаются симметрично, на расстоянии $1,2-1,3$ м от испытываемой буронабивной сваи. Величина осадки при испытании сваи определяется как среднее арифметическое показаний приборов.

На каждой ступени испытания буронабивных свай снимаются показания (отсчеты) по прогибомерам: нулевой отсчет перед нагружением сваи, первый отсчет – сразу после приложения нагрузки, затем последовательно четыре отсчета с интервалом 30 мин. и далее через каждый час до затухания перемещений, именуемого условно стабилизацией.

За условную стабилизацию принимается скорость осадки буронабивной сваи в грунте не более $0,1$ мм за последний час (два) наблюдения.

Нагрузка при испытании натурной сваи вдавливающей нагрузкой должна быть доведена до значения, при котором общая осадка сваи составляет не менее 40 мм. При заглублении нижних концов натурных свай в крупнообломочные, плотные песчаные и глинистые грунты твердой консистенции нагрузка должна быть

доведена до значения, предусмотренного программой испытаний, но не менее полуторного значения несущей способности сваи, определенной расчетом, или расчетного сопротивления сваи по материалу.

Нагрузка при испытании грунтов выдергивающей нагрузкой при инженерных испытаниях для строительства должна быть доведена до значения, вызывающего выход сваи из грунта не менее 25 мм.

Нагрузка при контрольном испытании сваи вдавливающей (выдергивающей) нагрузкой при строительстве не должна превышать расчетную нагрузку на сваю, указанную в проекте свайного фундамента.

Разгрузка испытуемых буронабивных свай производится после достижения наибольшей нагрузки ступенями. Наблюдения за упругими перемещениями на каждой ступени нагрузок производятся в течение 30 мин. При полной разгрузке наблюдения ведутся в течение 1 часа.

Испытание свай статическими горизонтальными нагрузками.

Приборы для измерения горизонтальных перемещений испытываемой сваи устанавливают в плоскостях, параллельных плоскости действия силы, не менее двух: на уровне поверхности грунта и на уровне приложения горизонтальной нагрузки.

Нагружение сваи статической горизонтальной нагрузкой и снятие отсчетов по приборам производят в соответствии с требованиями как для испытаний натурной сваи вдавливающими и выдергивающими нагрузками.

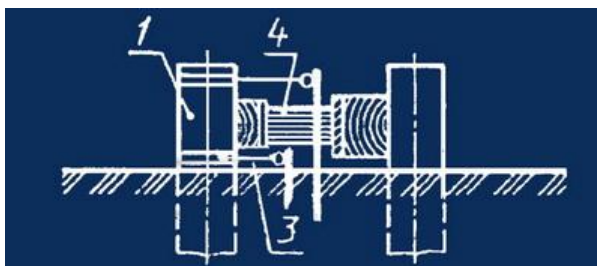


Схема установки стенда для испытания свай горизонтальными нагрузками.

За критерий условной стабилизации деформации принимают скорость горизонтального перемещения сваи на каждой ступени приложения горизонтальной нагрузки, не превышающую 0,1 мм за последние 2 ч наблюдений по приборам, расположенным на уровне приложения горизонтальной нагрузки.

Нагрузка при испытании грунтов горизонтальной нагрузкой при инженерных изысканиях для строительства должна быть доведена до значения, вызывающего горизонтальное перемещение сваи не менее 40 мм на уровне приложения нагрузки, назначенном программой испытаний. Нагрузка при контрольном испытании сваи горизонтальной нагрузкой при строительстве не должна превышать расчетную горизонтальную нагрузку на сваю, указанную в проекте свайного фундамента. Результаты испытаний.

Результаты испытания грунтов свай оформляют в виде графиков зависимости деформации (осадки, выхода, горизонтального перемещения) свай или отдельных ее элементов (нижнего конца и ствола) от нагрузки и измерения деформации во времени по ступеням нагружения.

Несущая способность свай и наибольшая допускаемая нагрузка на сваю при испытаниях определяется из условия п. 8.2.4 ГОСТ 5686 и с учетом требований п. 5.20 СНБ 5.01.01 или по указаниям СНиП 2.02.03.

Данные для проведения испытаний буронабивных свай статической нагрузкой с техническими характеристиками оборудования и приборов и результаты испытаний свай представляются в форме отчета об испытаниях грунтов сваями.

Требования к программе полевых испытаний грунтов сваями установлены в ГОСТ 5686 приложения А.

5.3 .Определения стандартных механических характеристик грунтов методами статического, динамического и бурового зондирования.

При определении физико-механических характеристик грунтов в качестве показателей зондирования следует принимать:

- *при статическом зондировании* - удельное сопротивление грунта под конусом зонда q и удельное сопротивление грунта на муфте трения зонда f по ГОСТ 20069-81;

- *при динамическом зондировании* - условное динамическое сопротивление грунта погружению зонда p по ГОСТ 19912-81.

При определении физико-механических характеристик грунтов не могут быть использованы показатели зондирования, полученные на глубинах менее 1 м.

Приведенные в приложении к СНиП 1.02.07-87 таблицы допускается использовать непосредственно для выбора типа фундаментов, для проектирования оснований и фундаментов зданий и сооружений III класса ответственности, а также для определения прочностных и физических характеристик грунтов, используемых при расчетах оснований по деформациям применительно к зданиям и сооружениям II класса ответственности.

Определяемые по приложению характеристики относятся к кварцевым и кварцево-полевошпатовым песчаным грунтам четвертичного возраста с небольшой величиной удельного сцепления (менее 0,01 МПа) и к четвертичным пылевато-глинистым грунтам с содержанием органических веществ менее 10 %.

Определение физико-механических характеристик грунтов по данным статического зондирования необходимо выполнять по табл. 1-5 СНиП 1.02.07-87.

Определение физико-механических характеристик грунтов по данным динамического зондирования следует выполнять по табл. 6-8. Приведенные в табл. 6-8 зависимости не распространяются на пылеватые водонасыщенные пески. При глубинах зондирования свыше 4 м условные динамические сопротивления грунта p , полученные по ГОСТ 19912-81, следует использовать с поправочными коэффициентами, учитывающими изменение упругости зонда в зависимости

от глубины: 1,2 - при глубине 4-8 м; 1,3 - 8-12 м и 1,4 - 12-20 м.

В сложившейся практике проведения инженерно-геологических изысканий прочностные и деформационные (их чаще называют физико-механическими) свойства грунтов нередко изучаются полевыми методами (это статическое зондирование, динамическое зондирование, штамповые испытания, тесты на срез некоторые другие). Полевые инженерно-геологические исследования обладают рядом серьезных преимуществ перед лабораторными исследованиями, и главным из них является то обстоятельство, что полевые методы изучают свойства грунтов при ненарушенных условиях залегания напластований (так называемое "естественное сложение"). Наиболее полную информацию о плотности и прочностных свойствах грунтов при производстве инженерно-геологических изысканий в подавляющем большинстве случаев дает метод статического зондирования (самый, пожалуй, распространенный полевой метод)

Полевые исследования грунтов являются неотъемлемой частью инженерно-геологических изысканий и их следует проводить в сочетании с другими видами инженерно-геологических работ для решения следующих основных задач:

- расчленения геологического разреза и выделения инженерно-геологических элементов;
- определения состава, состояния, физических и механических свойств грунтов;
- оценки пространственной изменчивости свойств грунтов;
- оценки возможности погружения свай в грунты;
- оценки несущей способности свай.

При изысканиях следует применять статическое и динамическое зондирование.

Допускается выполнять испытания грунтов вращательным срезом и прессиометром.

Число испытаний для литологического типа (слоя) грунта должно быть не менее:

- 6 точек - статическое и динамическое зондирование;
- 3 опытов - испытание вращательным срезом;
- 3 - испытание прессиометром.

Выбор методов полевых исследований грунтов необходимо производить в соответствии с таблицей 33 СНиП 1.02.07-87 в зависимости от поставленных задач и изучаемых грунтов с учетом стадии проектирования, класса ответственности проектируемых зданий (сооружений) и сложности инженерно-геологических условий.

Определение физико-механических характеристик грунтов по результатам статического и динамического зондирования следует производить в соответствии с обязательным приложением 4 СНиП 1.02.07-87.

При инженерно-геологической съемке предпочтение следует отдавать менее трудоемким полевым методам исследования грунтов, позволяющим помимо определения их свойств решать и другие задачи, стоящие перед изыскателями.

Этому условию в наибольшей степени отвечают методы статического, динамического, ударно-вибрационного зондирования, а также пенетрационно-каротажные методы, характеризующиеся простотой производства работ, высокой производительностью и сравнительно низкой стоимостью.

По результатам статического зондирования и работ, выполненных пенетрационно-каротажными методами, решаются следующие задачи:

- устанавливаются закономерности изменчивости физико-механических свойств грунтов по площади и глубине;
- уточняется геологический разрез и выделяются инженерно-геологические элементы;
- определяется глубина залегания кровли скальных и крупнообломочных грунтов;
- выявляются и оконтуриваются линзы и прослои слабых грунтов;
- производится количественная оценка ряда свойств грунтов (плотности, показателей сопротивления срезу, модуля деформации);
- определяются глубина залегания кровли несущего слоя для свай и их несущая способность;
- выбираются места расположения опытных («ключевых») площадок для детального изучения физико-механических свойств грунтов при инженерно-геологической разведке.

С помощью динамического и ударно-вибрационного зондирования может быть проведена лишь качественная оценка физико-механических свойств грунтов.

Для обеспечения достоверного решения всех перечисленных задач зондировочные и пенетрационно-каротажные работы следует производить в комплексе с другими методами изучения геологического разреза и определения физико-механических свойств грунтов по следующей технологической схеме:

- первые точки зондирования следует располагать на расстоянии 1,5 - 2 м от ранее пробуренных опорных скважин, что обеспечит сопоставление результатов зондирования с изученным геологическим разрезом и достоверную геологическую интерпретацию результатов последующих зондировочных работ;
- все другие точки зондирования размещаются по створам, ориентированным по направлениям выполненных маршрутов с учетом результатов проведенных наблюдений; после выполнения зондировочных работ проводится предварительная интерпретация полученных результатов и ориентировочно выделяются инженерно-геологические элементы; в местах, где интерпретация результатов зондирования затруднена или невозможна, назначаются дополнительные буровые скважины;
- для наиболее характерных инженерно-геологических элементов, выделенных по результатам зондирования, назначаются точки определения физико-механических свойств грунтов прямыми полевыми методами (статические нагрузки на штамп, прессиометрия, сдвиги целиков грунта и т.д.);
- по завершении буровых работ и единичных определений свойств грунтов указанными методами производится окончательная интерпретация результатов зондирования.

В районах распространения слабых глинистых грунтов, отбор монолитов которых для лабораторных определений их физико-механических свойств практически невозможен, статическое зондирование грунтов следует производить в комплексе с методом вращательного среза и статическими нагрузками на штамп площадью 10000 см².

Основные характеристики физико-механических свойств крупнообломочных грунтов (гранулометрического состава, объемной массы, модуля деформации, показателей сопротивления сдвигу) необходимо определять только полевыми методами.

Для определения фильтрационных характеристик грунтов зоны аэрации следует использовать метод налива воды в шурфы, а водонасыщенных грунтов - помимо экспресс-методов применять метод откачки воды из одиночных скважин. Фильтрационные характеристики должны определяться для наиболее характерных разностей грунтов в единичных случаях.

Геофизические методы исследования грунтов.

Геофизические методы разведки применяются во всех случаях, когда по характеру физических свойств пород, слагающих исследуемую площадь, они могут быть эффективными.

Эти методы основаны на изучении естественно или искусственно созданных в земле физических полей (электрических, магнитных, сейсмических, гравитационных).

Применяемые в сочетании с обычными горнопроходческими и буровыми работами геофизические методы дают возможность сократить объем последних, повысить полноту и качество исследований.

Особую ценность геофизическая разведка приобретает при изысканиях в горных и труднодоступных районах, где производство механизированных буровых работ невозможно из-за трудности доставки оборудования, а шурфовочные работы слишком трудоемки и дороги. То же, относится к районам развития оползней, осыпей, карста, где одними инженерно-геологическими методами практически нельзя решить всех поставленных задач.

Инженерная геофизика включает в себя следующие методы разведки:

Электроразведку, основанную на изучении закономерностей, связанных с прохождением электрического тока в земле.

Магниторазведку, изучающую магнитные свойства горных пород.

Сейсморазведку, являющуюся таким методом, при котором изучаются упругие свойства горных пород.

Носителем геологической информации здесь служит скорость распространения упругих волн, возбуждаемых в породах взрывом или ударами.

Гравиразведку, занимающуюся распределением силы тяжести на поверхности земли.

Радиометрию, основанную на изучении степени радиоактивности горных пород и вод.

5.4. Физическое и математическое моделирование взаимодействия зданий и сооружений с геологической средой.

Прогнозное гидрогеологическое моделирование:

- количественно оценивает изменение гидрогеологических условий в результате антропогенного влияния, включая изменение режима и качества подземных вод;
- на постоянно действующей геофильтрационной модели, сопровождающей объект проектирования, схематизируются существующие гидрогеологические условия и просчитываются варианты проектных и конструктивных решений на время строительства и эксплуатации;
- в ходе решения определяются водопритоки в строительные котлованы, даётся обоснование применения и расчет дренажных мероприятий, оценивается эффективность проектных решений, дается количественная оценка антропогенного влияния на окружающую территорию, в т. ч. на поверхностные водотоки, оценивается изменение грунтовой составляющей в их питании, определяется ущерб речному стоку.

С помощью моделирования также решаются вопросы обоснования санитарно-защитных зон промпредприятий, объектов коммунального хозяйства, гидрогеологических факторов.

Критерии допустимых техногенных воздействий.

Динамические нагрузки на основание.

При ускорениях, превышающих $0,003g$ (где $g=9,81 \text{ м/с}^2$ - ускорение свободного падения) строительные конструкции зданий и сооружений считаются эксплуатируемыми в условиях *повышенных вибрационных нагрузок*.

К таким же объектам относятся здания и сооружения, возведенные на грунтах чувствительных к неравномерным осадкам (пески мелкие и пылеватые, водонасыщенные и слабые глинистые грунты с расчетным сопротивлением менее $R < 0,15 \text{ МПа}$ при амплитудах ускорений колебаний на поверхности свыше 4 см/с^2 от источников периодического действия и случайных и 24 см/с^2 от импульсных источников динамических нагрузок случаях если:

- среднее давление под подошвой $p \geq 0,7R$ для фундаментов на естественном основании;
- расчетная нагрузка на висячие сваи составляет свыше $0,7$ их несущей способности.

По условиям безопасной эксплуатации зданий, сооружений и их конструктивных элементов, а также грунтовых оснований допустимый уровень колебаний ограничивается следующими требованиями:

- прочности и выносливости конструктивных элементов;
- прочности и деформативности грунтовых оснований;
- санитарными нормами;
- технологическими требованиями (по паспортным требованиям

или требованиям соответствующих нормативных документов, (ГОСТ 28362-89), (ИСО 2017-82).

По уровню грунтовых вод.

В составе инженерно-геологических изысканий, а также и последующих периодов строительства выполняется *гидрогеологический мониторинг*, входящий в состав геотехнического мониторинга.

Он включает организацию мониторинговой сети режимных скважин, ведение наблюдений, интерпретацию полученных данных, при возможности на геофильтрационной модели.

Безопасным является такое понижение уровня грунтовых вод, при котором не создаются условия для разрушения материала фундамента (гниения деревянных элементов) и осадок фундаментов.

Осадки фундаментов при водопонижении могут происходить вследствие:

- увеличения эффективных напряжений в основании;
- развития механической суффозии грунтов основания.

Развитие механической суффозии грунтов основания может происходить при возникновении гидравлических градиентов, превышающих критические (СНиП 2.02.02-85 «Основания гидротехнических сооружений»).

Для безопасного ведения работ могут назначаться дополнительные критерии, нацеленные на минимизацию влияния техногенных факторов на грунты основания. Содержание этих критериев определяется видом техногенного воздействия.

Перечень факторов риска.

К ним могут быть отнесены:

- технологии в целом;
- отдельные технологические операции;
- ситуации, связанные со статическим и динамическим нагружением

или разгрузкой основания в ходе строительных работ, снижением природного уровня грунтовых вод и т.д.

К факторам риска следует относить все технологии, оказывающие ударное или вибрационное воздействие на основание и окружающую застройку, операции по устройству проходок и выработок в грунте, процедуры высоконапорного нагнетания в грунт бетона или растворов, устройство глубоких котлованов (ниже глубины заложения фундаментов соседних зданий), водопонижение и т.д.

Размеры зон влияния каждого фактора риска (зоны риска).

Эти размеры могут быть определены теоретически в рамках геотехнического обоснования или просчитаны, исходя из результатов технологических испытаний, проведенных на данной строительной площадке или в сходных условиях. Ориентировочные размеры зон риска при использовании ряда технологий (например, по забивке и вибропогружению свай и шпунта) приведены в нормативной литературе. Они подлежат проверке при проведении технологических испытаний.

Особые требования к очередности выполнения различных видов работ на объекте.

Работы на площадке всегда выполняются в некоторой логической последовательности. Однако в ней существуют отдельные звенья, последовательность выполнения которых не имеет принципиального значения для собственно строительного объекта. В этом случае естественным критерием выбора очередности этих звеньев является обеспечение безопасности окружающей застройки.

Параметры щадящих режимов производства работ. Эти параметры (например, частота работы вибропогружателя; масса и высота сброса молота при погружении свай и шпунта; высота грунтовой пробки, оставляемой в обсадных трубах при бурении скважин или плотность тиксотропного раствора, удерживающего стенки скважин для буронабивных свай; давление нагнетания при закреплении массива грунта или заполнении скважины бетоном и т.п.) в первом приближении могут быть определены расчетным путем или назначены по нормативной и справочной литературе. Их уточнение для условий конкретной площадки возможно по результатам технологических испытаний по тем видам работ, которые отнесены к факторам риска.

5.5. Специальные исследования характеристик грунтов для нестандартных, в том числе нелинейных методов расчета оснований фундаментов и конструкций зданий и сооружений.

Требования к проектированию оснований фундаментов.

В соответствии с п 4.2 СП 22.13330.2011 СНиП 2.02.01-83 «Основания зданий и сооружений» основания и фундаменты сооружений должны проектироваться на основе и с учетом:

- а) результатов инженерных изысканий для строительства;
- б) данных, характеризующих назначение, конструктивные и технологические особенности сооружения и условия его эксплуатации;
- в) нагрузок, действующих на фундаменты;
- г) окружающей застройки и влияния на нее вновь строящихся и реконструируемых сооружений;
- д) экологических и санитарно-эпидемиологических требований.

При проектировании оснований и фундаментов должны быть предусмотрены решения, обеспечивающие надежность, долговечность и экономичность на всех стадиях строительства и эксплуатации сооружений. Необходимо проводить технико-экономическое сравнение возможных вариантов проектных решений для выбора наиболее экономичного и надежного проектного решения, обеспечивающего наиболее полное использование прочностных и деформационных характеристик грунтов и физико-механических свойств материалов фундаментов и других подземных конструкций.

При проектировании оснований и фундаментов уникальных зданий

и сооружений или их реконструкции, а также сооружений I уровня ответственности, в том числе реконструируемых, в условиях окружающей застройки необходимо предусматривать научно-техническое сопровождение строительства.

Научно-техническое сопровождение представляет собой комплекс работ научно-аналитического, методического, информационного, экспертно-контрольного и организационного характера, осуществляемых в процессе изысканий, проектирования и строительства в целях обеспечения надежности сооружений с учетом применения нестандартных расчетных методов, конструктивных и технологических решений. Для выполнения научно-технического сопровождения допускается привлекать только специализированные организации.

Состав работ по научно-техническому сопровождению инженерных изысканий, проектирования и строительства оснований, фундаментов и подземных частей сооружений должен определяться генеральным проектировщиком и согласовываться заказчиком строительства.

В состав работ научно-технического сопровождения следует включать:

- разработку рекомендаций к программе инженерно-геологических и инженерно-экологических изысканий;
- оценку и анализ материалов инженерных изысканий;
- разработку нестандартных методов расчета и анализа;
- оценку геологических рисков;
- прогноз состояния оснований и фундаментов проектируемого объекта с учетом всех возможных видов воздействий;
- геотехнический прогноз влияния строительства на окружающую застройку, геологическую среду и экологическую обстановку;
- разработку программы геотехнического и экологического мониторинга;
- выявление возможных сценариев аварийных ситуаций;
- разработку технологических регламентов на специальные виды работ;
- выполнение опытно-исследовательских работ;
- обобщение и анализ результатов всех видов геотехнического мониторинга, их сопоставление с результатами прогноза;
- оперативную разработку рекомендаций или корректировку проектных решений на основании данных - геотехнического мониторинга при выявлении отклонений от результатов прогноза.

Специальные исследования характеристик грунтов.

Инженерные изыскания должны проводиться в соответствии с требованиями СП 22.13330.2011, СП 47.13330, СП 11-102, СП 11-104, СП 11-105, государственных стандартов и других нормативных документов по инженерным изысканиям и исследованиям грунтов для строительства.

Для нестандартных, в том числе нелинейных методов расчета оснований фундаментов результаты инженерно-геологических изысканий должны содержать сведения:

- о местоположении территории предполагаемого строительства, ее рельефе, климатических и сейсмических условиях и ранее выполненных инженерных изысканиях;
- инженерно-геологическом строении площадки строительства с описанием в стратиграфической последовательности напластований грунтов;
- формы залегания грунтовых образований, их размеров в плане и по глубине, возраста;
- происхождения и классификационных наименований грунтов и с указанием выделенных инженерно- геологических элементов (ГОСТ 25100-2011);
- гидрогеологических условиях площадки с указанием наличия, толщины и расположения водоносных горизонтов и режима подземных вод;
- отметок появившихся и установившихся уровней подземных вод, амплитуды их сезонных и многолетних колебаний, расходов воды;
- сведений о фильтрационных характеристиках грунтов, а также сведений о химическом составе подземных вод и их агрессивности по отношению к материалам подземных конструкций;
- наличии специфических грунтов (см. раздел 6 СП 22.13330.2011);
- наблюдаемых неблагоприятных геологических и инженерно-геологических процессах (карст, оползни, подтопление, суффозия, горные подработки, температурные аномалии и др.);
- физико-механических характеристиках грунтов;
- возможном изменении гидрогеологических условий и физико-механических свойств грунтов в процессе строительства и эксплуатации сооружения.

Для специфических грунтов, особенности проектирования оснований которых изложены в разделе 6 СП 22.13330.2011, при проектировании оснований подземных частей сооружений (см. раздел 9 СП 22.13330.2011) и оснований высотных сооружений (см. раздел 10 СП 22.13330.2011), дополнительно должны быть определены характеристики, указанные в этих разделах. По специальному заданию дополнительно могут быть определены и другие характеристики грунтов, необходимые для расчетов.

В отчете об инженерно-геологических изысканиях необходимо указывать применяемые методы лабораторных и полевых определений характеристик грунтов и методы обработки результатов исследований.

К отчету об инженерно-геологических изысканиях прилагают:

- колонки грунтовых выработок и инженерно-геологические разрезы с указанием на них мест отбора проб грунтов и пунктов полевых испытаний;
- уровни подземных вод;
- таблицы и ведомости показателей физико-механических характеристик грунтов, их нормативных и расчетных значений; графики полевых и лабораторных испытаний грунтов; ведомости химических анализов подземных вод и их агрессивности к бетону и металлам.

Геотехническая экспертиза проводится для следующих сооружений:

- уникальных;
- с подземной частью глубиной заложения более 5 м;
- в зоне влияния которых расположены сооружения окружающей застройки;
- размещаемых на территориях с возможным развитием опасных инженерно-геологических процессов.

На геотехническую экспертизу представляются документы:

- программа и результаты инженерных изысканий;
- проектная документация на основания, фундаменты и конструкции подземных частей вновь возводимых (реконструируемых) сооружений, включая ограждения котлованов;
- результаты геотехнического прогноза;
- программа геотехнического мониторинга.

5.6 .Геотехнический контроль строительства, реконструкции и эксплуатации зданий, сооружений и прилегающих территорий.

Оценка геологических рисков на проектируемой территории выполняется на основе анализа геологических условий, прогноза изменения гидрогеологических условий, расчетов напряженно-деформированного состояния грунтов, данных государственного мониторинга режима подземных вод и опасных геологических процессов с учетом анализа возможности их активизации и параметров проектируемого объекта. Результатом работы является расчет дифференцированных и интегрального рисков и экономический ущерб от проявлений неблагоприятных геологических явлений.

При реконструкции здания или сооружения выполняются следующие работы:
для геотехнической категории I:

- изучение материалов инженерно-геологических изысканий прошлых лет и других архивных материалов;
- выполнение контрольных шурфов в количестве 2-3 в здании;
- выявление режима эксплуатации здания с целью установления факторов, отрицательно воздействующих на основание (утечки из коммуникаций, затопление подвалов);

для геотехнической категории II:

- изучение материалов инженерно-геологических изысканий прошлых лет и других архивных материалов;
- выполнение шурфов у каждого вида конструкций (стен, колонн) в наиболее опасных участках с отбором и испытанием грунтов основания, обмером фундаментов и динамическим зондированием в сочетании с ручным бурением и выявлением наличия и состояния гидроизоляции;
- определение прочности фундамента неразрушающим методом, оценка поврежденных деревянных элементов (при их наличии);

- в случае свайного основания - оценка длины свай, их сохранности и несущей способности;
- динамическое зондирование грунтов основания - не менее 3 точек на шурф; при расхождении полученных при дополнительных изысканиях результатов с архивными материалами - статическое зондирование и бурение контрольной скважины с отбором и испытанием образцов грунта в соответствии с требованиями п.4.1.9;
- установление наличия и состояния дренажных систем;
- выявление гидрогеологического режима и химического состава подземных вод;
- выявление наличия и местонахождения существующих и существовавших подземных сооружений, подвалов, фундаментов снесенных зданий, тоннелей, инженерных коммуникаций и т.п.

для геотехнической категории III (в дополнение к перечню для категории II):

- статическое зондирование и бурение контрольных скважин (в объеме, предусмотренном для нового строительства) с отбором и испытанием образцов грунта.

Инженерно-геологические изыскания и обследования фундаментов окружающей застройки, попадающей в зону влияния нового строительства или реконструкции, проводятся для геотехнических категорий II и III основного объекта реконструкции или нового строительства:

для геотехнической категории II - в объеме геотехнической категории I;

для геотехнической категории III - в объеме геотехнической категории II.

Испытания.

Полевые испытания грунтов с определением их стандартных прочностных и деформационных характеристик.

Испытания грунтов, их стандартных характеристик и оценка изменения напряженно-деформированного состояния грунтового массива, расчет осадок и кренов проектируемых зданий и сооружений, попадающих в зону влияния строительства, проводятся с использованием геотехнических расчетов. Моделирование напряженно-деформированного состояния грунтового массива позволяет решать вопрос о взаимном влиянии строящегося и существующих сооружений, в т.ч. в стеснённых условиях застройки или вблизи памятников архитектуры.

Статические испытания с целью определения несущей способности конструкций (свай, анкеров) проводятся в количестве не менее 2 испытаний для сваи или анкера каждого типа по ГОСТ 5686-94. При этом тип свай или анкера определяются следующими тремя позициями:

- длиной;
- диаметром;
- технологией изготовления.

Изменение хотя бы одной из них означает изменение типа.

В дополнение к прямым статическим испытаниям допускается применять динамические испытания и другие методы, предусмотренные нормами в объеме, предусмотренном нормами. В этом случае объем статических испытаний может быть уменьшен до 50%.

Технологические испытания являются составляющей геотехнического сопровождения строительства и проводятся для геотехнических категорий II и III в том случае, если технология в целом или технологическая операция отнесена к факторам риска. Технологические испытания допускается совмещать с другими видами испытаний.

Целью технологических испытаний является корректировка регламента, предложенного в проекте, и отладка щадящих технологических режимов.

Испытания должны включать:

- фиксацию параметров колебаний на всех технологических операциях с помощью сейсмоприемников, а также анализ динамического воздействия на грунты основания и окружающие конструкции;
- определение осадок поверхности грунта и существующих конструкций;
- инструментальную регистрацию параметров технологических операций посредством измерительной аппаратуры, установленной на рабочем оборудовании;
- визуальный пооперационный контроль;

В случае если технология не прошла достаточной апробации в условиях, аналогичных условиям данной строительной площадки, дополнительно производят оценку изменения напряженно-деформированного состояния массива грунта с помощью системы глубинных и поверхностных геодезических марок для измерения послойных деформаций грунта, инклинометров, датчиков порового давления, месдоз для определения вертикальных и горизонтальных напряжений.

Выполнение шурфов. Шурфы отрываются ниже уровня подошвы фундамента на 0,5 м. Площадь сечения шурфов при глубине заложения фундамента до 1,5 м - 1,25 м² от 1,5 до 2,5 м - 2 м², при глубине заложения более 2,5 м - равна или более 2,5 м². В случае если под подошвой фундамента находятся насыпные, заторфованные, рыхлые грунты, они должны быть пройдены скважиной или зондированием со дна шурфа. При шурфовании должны быть выявлены: конструкция, размеры, материал фундамента, глубина заложения подошвы и обреза, наличие гидроизоляции, имеющиеся дефекты, определены грунты основания.

Обследование фундаментов. При детальном обследовании фундамента и ростверка в случае свайного фундамента в открытом шурфе определяют размеры фундамента, выявляют ранее выполненные переделки, исследуют однородность, сплошность и прочность кладки путем простукивания и испытания неразрушающими методами (не менее чем в 5 точках вскрытого в шурфе фундамента).

В случаях, когда прочность материала фундамента является решающей при определении его несущей способности, а также в случае деревянных свай и ростверков, производится отбор образцов и его прямые испытания в лаборатории.

Определение несущей способности свай, длины и сплошности. Определение несущей способности производится путем стандартных статических испытаний свай, выведенных из работы в конструкции. Определения длины и сплошности проводятся с помощью неразрушающих испытаний (низкодеформационных динамических тестов ITS) перед статическими испытаниями свай.

Инженерно-геологические обследования грунтов под подошвой фундаментов.

Инженерно-геологические обследования грунтов под подошвой фундаментов осуществляется путем динамического зондирования ручным зондом в сочетании с отбором грунта ручным бурением в пределах зондирования и отбора грунта из-под подошвы фундамента и противоположной стенки шурфа тонкостенным режущим кольцом с последующими лабораторными определениями физико-механических характеристик.

По результатам технологических испытаний определяются радиусы безопасных зон работы механизмов, вносятся коррективы в рабочую документацию и проект производства работ, в том числе в программу геотехнического мониторинга.

Мониторинг.

В проектах оснований и фундаментов вновь возводимых или реконструируемых сооружений, в том числе при их расположении в условиях окружающей застройки, необходимо предусматривать проведение геотехнического мониторинга. Состав, объемы и методы геотехнического мониторинга в зависимости от уровня ответственности сооружений, сложности инженерно-геологических условий и других факторов установлены в разделе 12 СП 22.13330.2011.

Геотехнический мониторинг должен также предусматриваться в случае применения новых или недостаточно изученных конструкций сооружений или их фундаментов, а также, если в задании на проектирование имеются специальные требования по проведению натурных наблюдений.

Мониторинг является инструментом оперативной корректировки производства работ и подразделяется на два вида:

- мониторинг за сохранностью зданий и сооружений (проводится специализированными организациями, имеющими сертифицированных специалистов – геотехников);

- мониторинг качества выполненных работ (проводится подрядчиком с привлечением специалистов, получивших сертификацию в области контроля качества работ).

Целью мониторинга является обеспечение надежности возводимой конструкции, сохранности окружающей застройки, коммуникаций и окружающей среды.

Программа по геотехническому мониторингу за состоянием окружающей застройки и возведенных конструкций и надзору за ходом строительства.

Программа мониторинга закладывается в общих чертах на стадии разработки рабочего проекта и детализируется в проекте производства работ.

В программе указываются:

- цели мониторинга;
- зона действия мониторинга;
- предмет мониторинга (контроль за осадками, параметрами колебаний, уровнем грунтовых вод, поровым давлением, качеством работ и т.д.);
- периодичность и сроки проведения мониторинга;
- критерии остановки работ;
- механизм остановки работ при возникновении неблагоприятных воздействий и механизм оперативной выработки рекомендаций по их устранению.

Основной задачей мониторинга за сохранностью зданий и сооружений является фиксация превышений критериев безопасного ведения работ. Мониторинг оказывается эффективным в том случае, если осуществляющая его геотехническая организация наделена правом приостановки работ при обнаружении превышения установленных критериев.

Наличие обоснованного конструктивного решения и щадящей технологии ведения работ является необходимым, но не достаточным условием успешного строительства. Как показывает практика, на процесс производства влияет множество дополнительных факторов: квалификация персонала, состояние техники, соблюдение регламента, щадящих технологических режимов ведения работ. Кроме этого нельзя исключить и несоответствие расчетных схем, использованных при геотехническом обосновании рабочего проекта и проекта производства работ.

На подготовительном этапе мониторинга выполняется следующий круг работ:

для геотехнической категории II:

- анализ исходной информации по результатам обследования застройки;
- освидетельствование непосредственно перед началом работ технического состояния застройки в зоне действия мониторинга; фиксация дефектов (графическая фиксация и фотофиксация, составление ведомостей дефектов);
- определение фоновых параметров колебания конструкций зданий от имеющихся воздействий (автомобильного транспорта, трамваев, метро, соседних производств и т.д.);
- установка маяков и датчиков раскрытия трещин;
- определение кренов стен зданий, неравномерности осадок;
- установка геодезических марок на цоколе с привязкой к городской реперной сети;
- проведение циклов наблюдений для оценки степени стабилизации деформаций существующих зданий и сохраняемых конструкций;
- установка пьезометров (режимных скважин) для контроля за уровнем грунтовых вод (для случаев устройства выработок ниже УПВ);
- уточнение проектных критериев по допустимым воздействиям.

для геотехнической категории III:

помимо работ, предусмотренных для геотехнической категории II, в наиболее сложных и ответственных случаях дополнительно устанавливается контрольно-

измерительная аппаратура: грунтовые геодезические марки, марки для измерения послойных деформаций, инклинометры, датчики порового давления, мессдозы вертикальных и горизонтальных напряжений.

На рабочем этапе мониторинга за сохранностью зданий и сооружений осуществляется:

для геотехнической категории II:

- визуальный контроль технического состояния конструкций окружающей застройки; контроль состояния маяков и датчиков на трещинах;
- геодезические измерения деформаций зданий;
- наблюдения за параметрами колебаний;
- фиксация уровня грунтовых вод по пьезометрам;
- контроль за соблюдением геотехнического регламента работ;
- геодезический контроль забоя скважины (при его доступности) в процессе изготовления буровых свай;
- контроль за техническим состоянием возведенных конструкций;
- мониторинг качества выполненных работ, в том числе контроль сплошности и длины свай в грунте в случае устройства свайных фундаментов;

для геотехнической категории III:

- дополнительно к перечню работ, приведенному выше для геотехнической II, для наиболее сложных случаев производят фиксацию показаний установленной контрольно-измерительной аппаратуры.

Периодичность и продолжительность мониторинга за сохранностью зданий, сооружений и конструкций.

№ п/п	Наименование видов работ по мониторингу	Периодичность		
		в процессе ведения работ нулевого цикла	в процессе строительст ва надземных конструкций	в процессе эксплуатации
1	Визуальный контроль технического состояния конструкций окружающей застройки; контроль состояния маяков и датчиков на трещинах	не реже 1 раза в месяц	не реже 1 раза в месяц	не реже 1 раза в квартал в течение первого года эксплуатации, далее не реже 1 раза в год
2	Геодезические измерения деформаций здания (осадок, кренов, горизонтальных смещений)	не реже 1 раза в неделю	не реже 1 раза в 2 недели	не реже 1 раза в месяц в течение первого года эксплуатации, далее – не реже 1 раза в квартал

3	Фиксация уровня грунтовых вод по пьезометрам	не реже 1 раза в неделю	-	-
4	Контроль за соблюдением технологического регламента работ нулевого цикла	весь период производства работ	-	-
5	Геологический контроль забоя скважин при устройстве буронабивных свай	весь период по изготовлению свай	-	-
6	Технический контроль за состоянием возведенных конструкций нулевого цикла	весь период ведения работ	-	-

Подготовительный этап мониторинга осуществляется непосредственно перед началом работ на объекте. Установку геодезических марок, маяков и датчиков раскрытия трещин выполняют в период обследования здания, после чего проводят наблюдения с периодичностью 1 раз в месяц для оценки степени стабилизации деформаций существующих конструкций.

Продолжительность работ на втором этапе мониторинга определяется достижением условной стабилизации, за которую можно принимать скорость деформирования не более 3 мм/год. Ориентировочно сроки мониторинга можно принимать равными 5 годам при залегании в пределах сжимаемой толщи глинистых отложений и 2 годам при песчаных грунтах в пределах сжимаемой толщи.

При интенсивном приросте осадок, несоразмерном с прогнозируемой скоростью деформирования, допускается останавливать работы до достижения необходимых результатов.

Механизм приостановки работ должен предусматривать следующие мероприятия:

- уведомление производителя работ о возникновении негативных технологических воздействий;
- оперативное предложение мероприятий по устранению негативных воздействий;
- информирование государственных контрольных органов о возникновении опасных тенденций, которые могут привести к превышению допустимого критерия по дополнительным деформациям существующих зданий (сооружений).

Организация, проводящая мониторинг обязана предоставлять ежемесячный отчет по мониторингу в управление госархстройнадзора.

Мониторинг качества выполненных работ осуществляется в процессе производства строительных работ в соответствии с требованиями СНиП 3.02.01-87, СНиП 2.03.01-87.

Мониторинг качества уплотнения искусственных оснований осуществляется с помощью лабораторных определений и полевыми методами (статическое, динамическое зондирование). Контролируемые показатели должны соответствовать указаниям проекта и требованиям СНиП 3.02.01-87.

Мониторинг качества устройства свайных фундаментов и ограждений из буронабивных свай или металлического шпунта включает:

- косвенный контроль несущей способности свай (осуществляется для каждой сваи, результаты заносятся в журнал производства работ);
- контроль отказа для забивки свай (линейные измерения);
- контроль давления на проектной глубине погружения для вдавливаемых свай (измерения по манометру, которым оборудована сваевдавливающая установка);
- контроль амплитуды колебаний в конце вибропогружения сваи (измерения параметров колебаний);
- геологический контроль забоя скважины для буронабивных свай при доступности забоя (отбор проб грунта);
- контроль подготовки забоя скважины к бетонированию (визуальным или инструментальным способом);
- контроль положения сваи и шпунта в плане (осуществляется посредством геодезических измерений для каждого элемента; результаты представляются в виде исполнительной схемы);
- контроль вертикальности свай и шпунта (осуществляется посредством линейных измерений для каждого элемента; результаты представляются в виде исполнительной схемы);
- контроль длины и сплошности ствола свай (осуществляется посредством низкодеформационных динамических испытаний (метод ITS) в объеме не менее 15% свай каждого типа; для буровых свай допускается применять контрольное бурение в объеме не менее 2 свай каждого типа; результаты представляются в виде отчета);
- контроль качества материала сваи (осуществляется посредством испытания образцов бетона, отобранных на заводах-изготовителях для забивных свай, отобранных - из скважины при бетонировании ствола буровых свай, либо выбуриванием кернов из свай, набравших прочность; результаты представляются в виде актов испытаний).

Мониторинг качества устройства фундаментов на естественном основании и других подземных конструкций предусматривает:

- контроль состояния основания (в целях предотвращения его расструктурирования при откопке, замачивании, промораживании и т.п.);
- контроль качества материала фундаментов и конструкций (осуществляется посредством отбора образцов на заводах-изготовителях железобетонных изделий или на площадке перед бетонированием монолитных фундаментов).

Список законодательных и нормативно-технических документов в помощь изучению образовательной программы «Инженерно-геологические изыскания, инженерно-геотехнические изыскания».

Федеральный закон РФ от 30.12.2009г. №384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений»;

Федеральный закон РФ от 10.01.2002 N 7-ФЗ "Об охране окружающей среды" (ред. от 18.07.2011).

Постановление Правительства РФ от 16.02.2008 № 87 «О составе разделов проектной документации и требования к их содержанию».

Постановление Правительства Российской Федерации от 19 января 2006 г. №20 «Об инженерных изысканиях для подготовки проектной документации, строительства, реконструкции объектов капитального строительства».

СП 11-105-97 "Инженерно-геологические изыскания для строительства. Часть I. Общие правила производства работ".

СП 11-105-97 "Инженерно-геологические изыскания для строительства. Часть II. Правила производства работ в районах развития опасных геологических и инженерно-геологических процессов".

СП 11-105-97 "Инженерно-геологические изыскания для строительства. Часть III. Правила производства работ в районах распространения специфических грунтов".

СП 11-105-97 "Инженерно-геологические изыскания для строительства. Часть IV. Правила производства работ в районах распространения многолетнемерзлых грунтов».

СП 11-105-97 "Инженерно-геологические изыскания для строительства. Часть V. Правила производства работ в районах с особыми природно-техногенными условиями".

СП 11-105-97 "Инженерно-геологические изыскания для строительства. Часть VI. Правила производства геофизических исследований".

СП 47.13330.2010 «СНиП 11-02-96 Инженерные изыскания для строительства. Основные положения».

ГОСТ 25100-2011 «Грунты. Классификация».

ГОСТ 21.302-96 "Система проектной документации для строительства. Условные графические обозначения в документации по инженерно-геологическим изысканиям".

СП 20.13330.2011 СНиП 2.01.07-85 Нагрузки и воздействия.

ГОСТ 12071-84 «Грунты. Отбор, упаковка, транспортирование, хранение образцов».

СНиП 2.01.14-83 (1985) Определение расчетных гидрологических характеристик.

СНиП 2.01.15-90 Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов. Основные положения проектирования.

СНиП 2.01.09-91 "Здания и сооружения на подрабатываемых территориях

и просадочных грунтах".

СНиП 22-01-95 "Геофизика опасных природных воздействий».

Пособие по проектированию оснований зданий и сооружений (к СНиП 2.02.01-83).

СП 50-101-2004 Проектирование и устройство оснований и фундаментов зданий и сооружений;

СП 50-102-2003 Проектирование и устройство свайных фундаментов;

СП 22.13330.2011 СНиП 2.02.01-83 Основания зданий и сооружений.

Актуализированная редакция.

ГОСТ 5180-84 Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик.

ГОСТ 12248-96 Грунты. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости.

ГОСТ 19912-2001 Грунты. Методы полевых испытаний статическим и динамическим зондированием.

ГОСТ 30416-96 Грунты. Лабораторные испытания. Общие положения.

ГОСТ 30672-99 Грунты. Полевые испытания. Общие положения.

ГОСТ Р 54257-2010 Надежность строительных конструкций и оснований.

Основные положения и требования. Введен с 11 сентября 2011 года. Прекращается применение ГОСТ 27751-88 Надежность строительных конструкций и оснований.

С 1 января 2013 года вводится в действие ГОСТ Р ИСО 14507-2011 "Качество почвы. Предварительная подготовка проб для определения органических загрязняющих веществ".

МДС 13-24.2010 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРАВИЛАМ ГЕОТЕХНИЧЕСКОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ ВЫСОТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА И ПРИЛЕГАЮЩЕГО ПРОСТРАНСТВА.