Система нормативных документов в строительстве
СВОД ПРАВИЛ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ
И СТРОИТЕЛЬСТВУ

ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗЫСКАНИЯ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА

СП 11-105-97

Часть III. Правила производства работ в районах распространения специфических грунтов

ИЗДАНИЕ ОФИЦИАЛЬНОЕ

gost.e-ecolog.ru

Москва
2004

ПРЕДИСЛОВИЕ

РАЗРАБОТАН Производственным и научно-исследовательским институтом по инженерным изысканиям в строительстве (ПНИИИС) Госстроя России, НИИОСП им. Н.М. Герсеванова, МГСУ, Научно-производственным центром «Ингеодин» при участии ТОО «ЛенТИСИЗ», кафедры инженерной геологии МГГА, кафедры инженерной и экологической геологии МГУ им. М.В. Ломоносова, АО «Институт Гидропроект».

ВНЕСЕН ПНИИИСом Госстроя России.

ОДОБРЕН Управлением научно-исследовательских и проектно-изыскательских работ Госстроя России (письмо от 25 сентября 2000 г. № 5-11/87).

ПРИНЯТ и ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ с 1 июля 2000 г. впервые.

ISBN 5-88111-090-0

СОДЕРЖАНИЕ

Введение IV

1 Область применения 1

2 Нормативные ссылки 1

3 Основные понятия и определения 1

4 Инженерно-геологические изыскания в районах распространения просадочных грунтов 1

5 Инженерно-геологические изыскания в районах распространения набухающих грунтов 15

6 Инженерно-геологические изыскания в районах распространения органоминеральных и органических грунтов 23

7 Инженерно-геологические изыскания в районах распространения засоленных грунтов 32

8 Инженерно-геологические изыскания в районах распространения элювиальных грунтов 40

9 Инженерно-геологические изыскания на территории распространения техногенных грунтов 51

Приложение А Термины и определения 59

Приложение Б Определение нормативных значений относительной просадочности просадочных грунтов 60

Приложение В Определение нормативных значений свободного набухания и давления набухания набухающих грунтов 61

Приложение Г Исследования органоминеральных и органических грунтов 62

Приложение Д Определение физико-механических характеристик засоленных грунтов 66

Приложение Е Определение физико-механических характеристик основных разновидностей элювиальных грунтов 68

Приложение Ж Определение физико-механических характеристик основных разновидностей техногенных грунтов 70

ВВЕДЕНИЕ

Свод правил по инженерно-геологическим изысканиям для строительства (Часть III. Правила производства работ в районах распространения специфических грунтов) разработан в развитие обязательных положений и требований СНиП 11-02-96 «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения» и в дополнение СП 11-105-97 «Инженерно-геологические изыскания для строительства. Часть I. Общие правила производства работ».

Согласно СНиП 10-01-94 «Система нормативных документов в строительстве. Основные положения» настоящая III часть Свода правил является федеральным нормативным документом Системы и устанавливает общие технические требования и правила, состав и объем инженерно-геологических изысканий, выполняемых на соответствующих этапах (стадиях) освоения и использования территории: разработка градостроительной, предпроектной и проектной документации, строительство (реконструкция), эксплуатация и ликвидация (консервация) предприятий, зданий и сооружений в районах распространения специфических грунтов.

СВОД ПРАВИЛ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ И СТРОИТЕЛЬСТВУ

ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗЫСКАНИЯ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА

ENGINEERING GEOLOGICAL SITE INVESTIGATIONS FOR CONSTRUCTION

Дата введения 2000-07-01

1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящий Свод правил (часть III) развивает обязательные требования *СНиП 11-02* и устанавливает дополнительные к положениям СП 11-105 (часть I) правила производства инженерно-геологических изысканий при их выполнении в районах распространения специфических грунтов (просадочных, набухающих, органоминеральных и органических, засоленных, элювиальных, техногенных) для обоснования проектной подготовки строительства*, а также инженерно-геологических изысканий, выполняемых в период строительства, эксплуатации и ликвидации объектов (в случаях, если специфика грунтов требует иных подходов к изысканиям по сравнению с регламентируемыми в общих правилах производства работ).

Программу изысканий в районах распространения специфических грунтов следует согласовывать с заказчиком в случае выполнения трудоемких изыскательских работ (замачивание опытных котлованов, испытания грунтов полевыми методами на значительных глубинах и т.п.) и проведения специальных исследований (выполнение математического моделирования, нестандартных лабораторных определений и др.).

Настоящий документ устанавливает состав, объемы, методы и технологию производства инженерно-геологических изысканий в районах распространения специфических грунтов и предназначен для применения юридическими и физическими лицами, осуществляющими деятельность в области инженерных изысканий для строительства на территории Российской Федерации.

2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящем Своде правил (часть III) наряду с ссылками на нормативные документы, указанные в СП 11-105 (часть I), дополнительно использованы ссылки на следующие нормативные документы:

СНиП 2.01.09-91 «Здания и сооружения на подрабатываемых территориях и просадочных грунтах».

СНиП 2.05.02-85 «Автомобильные дороги».

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

ГОСТ 10650—86 «Торф. Метод определения степени разложения».

ГОСТ 11305—83 «Торф. Методы определения влаги».

ГОСТ 11306—94 «Торф. Методы определения зольности».

ГОСТ 23161—78 «Грунты. Метод лабораторного определения характеристик просадочности».

ГОСТ 23740—79 «Грунты. Методы лабораторного определения содержания органических веществ».

ГОСТ 24143—80 «Грунты. Методы лабораторного определения характеристик набухания и усадки».

ГОСТ 24846—81 «Грунты. Методы измерения деформаций оснований зданий и сооружений».

ГОСТ 26423—85 — ГОСТ 26428—85 «Почвы. Методы определения катионно-анионного состава водной вытяжки».

3 ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

3.1 При инженерно-геологических изысканиях следует использовать термины и определения в соответствии с приложением А*.

4 ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗЫСКАНИЯ В РАЙОНАХ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПРОСАДОЧНЫХ ГРУНТОВ

4.1 Общие положения

4.1.1 К просадочным грунтам в соответствии с ГОСТ 25100 следует относить пылевато-глини-

---

* Проектная подготовка строительства включает в себя: разработку предпроектной документации — определение цели инвестирования, разработку ходатайства (декларации) о намерениях, обоснования инвестиций в строительство, разработку градостроительной документации, а также проектной и рабочей документации строительства новых, расширения, реконструкции и технического перевооружения действующих предприятий, зданий и сооружений.

* Здесь и далее в тексте при ссылках на пункты, разделы, таблицы и приложения имеется в виду настоящий Свод правил.

Издание официальное

стые разновидности дисперсных осадочных минеральных грунтов (чаще всего лессовые грунты), дающие при замачивании при постоянной внешней нагрузке и (или) нагрузке от собственного веса грунта дополнительные деформации — просадки, происходящие в результате уплотнения грунта вследствие изменения его структуры. К просадочным относятся грунты с величиной относительной деформации просадочности ε_{sl}, д.е. $\geq 0{,}01$.

4.1.2 Просадочные лессы распространены в южных районах Российской Федерации, где они участвуют в строении толщ лессовых пород, покрывающих обширные пространства. Мощность лессовых толщ изменяется от нескольких метров в северной части зоны их распространения до 50 — 80 м, а местами и более в ее южной части.

Лессовые отложения покрывают сплошным плащом обширные плоские водоразделы, их склоны, поверхность высоких террас. В зоне влияния речных долин и морского побережья они прорезаны многочисленными балками и оврагами. Последние имеют резкие формы, особенно в своей верховой части: узкое дно и высокие обрывистые склоны. Высота обрывов достигает 5—6 м, иногда более. На поверхности водоразделов развиты просадочные блюдца и поды. Размер блюдец в плане изменяется от нескольких метров до первых десятков метров, глубина — от долей метра до 1—2 метров. Поды представлены обширными понижениями шириной в сотни метров или километры с глубиной не превышающей первых метров. Дно подов сложено непросадочными тяжелыми суглинками или глинами.

4.1.3 Для просадочных лессовых грунтов обычно характерны: высокая пылеватость (содержание частиц размером 0,05—0,005 мм более 50% при количестве частиц размером менее 0,005 мм, как правило, не более 10—15%); низкие значения числа пластичности (менее 12); низкая плотность скелета грунта (преимущественно менее 1,5 г/см^3); повышенная пористость (более 45%); невысокая природная влажность (как правило, менее границы раскатывания); засоленность; светлая окраска (от палевого до охристого цвета); способность в маловлажном состоянии держать вертикальные откосы; цикличность строения толщ.

Главная отличительная особенность лессов — наличие макропор размером 1—3 мм, различимых невооруженным глазом. Макропоры имеют форму извилистых вертикальных канальцев.

4.1.4 Мощные толщи лессовых пород имеют циклическое строение: несколько горизонтов лессов переслаиваются с погребенными почвами и непросадочными лессовыми грунтами (лессовидными суглинками). Последние в отличие от лессов имеют более темный бурый или красновато-бурый цвет и нередко отчетливую слоистость. Они более глинисты, характеризуются относительно низкой пористостью (до 40%) и значительно более высокой плотностью (1,8—1,9 г/см^3). Число горизонтов лессов непостоянно (в южных районах территории Российской Федерации в разрезе присутствует от 3 до 6 горизонтов лессов разной мощности). Как правило, просадочность уменьшается сверху вниз по разрезу.

4.1.5 Лессы обладают высокой для глинистых грунтов водопроницаемостью и резкой анизотропией по этому свойству. Коэффициент фильтрации в вертикальном направлении измеряется несколькими м/сут, в горизонтальном — десятыми или сотыми м/сут. Это приводит к тому, что при инфильтрации воды с поверхности образуются купола грунтовых вод, медленно растекающиеся в стороны. В пределах городов, где имеются многочисленные источники замачивания (утечки из коммуникаций, интенсивный полив водой скверов, садов, парков) в толще лессовых грунтов формируется техногенный горизонт грунтовых вод быстро повышающий свой уровень (до 0,5 — 1 м в год), что способствует интенсивному развитию просадочных явлений. В районах, где лессы обогащены гипсом, формирующиеся грунтовые воды агрессивны по отношению к бетону на портландцементе.

4.1.6 Просадочные грунты следует характеризовать:

относительной деформацией просадочности ε_{sl} — относительным сжатием грунтов при заданном давлении после их замачивания;

начальной просадочной влажностью w_{sl} — минимальной влажностью, при которой проявляются просадочные свойства грунтов;

начальным просадочным давлением p_{sl} — минимальным давлением, при котором проявляются просадочные свойства грунтов при их замачивании.

При инженерно-геологических изысканиях под свайные фундаменты с опиранием свай на непросадочные грунты (сваи-стойки) и при соответствующей записи в техническом задании допускается не определять указанные специфические свойства просадочных грунтов.

4.1.7 Выделение участков с различными типами грунтовых условий по просадочности в районах распространения просадочных грунтов следует осуществлять в соответствии с требованиями СНиП 2.02.01 в зависимости от величины просадки грунтов от собственного веса при их замачивании:

I тип — грунтовые условия, в которых возможна в основном просадка грунтов от внешней нагрузки, а просадка грунтов от собственного веса отсутствует или не превышает 5 см;

II тип — грунтовые условия, в которых помимо просадки грунтов от внешней нагрузки возможна их просадка от собственного веса и величина ее превышает 5 см.

4.1.8 Просадочность обычно проявляется при техногенном замачивании или повышении влажности лессовых грунтов, связанных с:

утечками из водонесущих коммуникаций;

интенсивным поливом парков, садов, огородов;

строительством каналов, водохранилищ, оросительных систем;

нарушениями режима испарения и миграцией влаги под экранирующими покрытиями (взлетно-посадочные полосы, асфальтированные стоянки автомашин, площади, улицы и др.).

Перечисленные причины могут действовать как самостоятельно, так и в разных сочетаниях. Замачивание может иметь локальный и площадной характер и различную длительность. Кратковременное локальное замачивание распространяется лишь на верхнюю часть просадочной толщи, а длительное площадное — на всю просадочную толщу.

4.1.9 При проведении инженерно-геологических изысканий в районах распространения просадочных грунтов следует устанавливать и отражать в техническом отчете:

распространение и приуроченность просадочных грунтов к определенным геоморфологическим элементам и формам рельефа;

наличие внешних признаков проявления просадочности грунтов (просадочные блюдца, поды, ложбины и пр.);

мощность толщи просадочных грунтов и ее изменения по площади;

цикличность строения толщи просадочных грунтов (чередование горизонтов лессовых пород и погребенных почв, периодичность изменений свойств грунтов по глубине и т.п.);

особенности структуры (макропористость, пылеватость, агрегированность и пр.) и текстуры (слоистость, трещиноватость, наличие конкреций, скоплений гипса и пр.), интенсивность вскипания от 10%-ной HCl;

специфические характеристики просадочных грунтов (относительная деформация просадочности и ее зависимость от давления на грунт, начальное просадочное давление, начальная просадочная влажность);

гранулометрический состав (с различными схемами подготовки к анализу);

деформационные и прочностные характеристики грунтов при полном водонасыщении и при природной влажности;

изменения показателей свойств по простиранию и глубине просадочной толщи;

величины просадок от собственного веса (включая послепросадочные деформации) и тип грунтовых условий по просадочности, границы распространения участков с различным типом грунтовых условий по просадочности;

наличие и характер возможных источников замачивания лессовой толщи;

аварийные ситуации, ремонтные или восстановительные работы, связанные с развитием просадочных явлений;

применявшиеся типы и конструкции фундаментов, зданий и сооружений, их техническое состояние, наличие и характер деформаций, вызванных просадочными явлениями;

применявшиеся при строительстве в районе работ методы полного или частичного устранения просадочности грунтов (противофильтрационные мероприятия, применение тяжелых трамбовок, искусственное закрепление грунтов, предварительное замачивание и др.) с оценкой их эффективности;

положение и параметры экранирующих покрытий (асфальтированные стоянки автотранспорта, взлетно-посадочные полосы и др.);

расположение и состояние сети водонесущих коммуникаций (водопровод, канализация, теплотрассы, ливневые водостоки), очистных сооружений, существующая система их эксплуатации и борьбы с утечками;

наличие, систему, состояние оросительной сети, следы древней оросительной сети.

По результатам изысканий должны быть даны рекомендации по учету основных особенностей просадочных грунтов (просадочного процесса) при освоении территории и проектировании объектов строительства.

4.1.10 Предварительную оценку нормативных значений относительной деформации просадочности e_{sl} грунтов при инженерно-геологических изысканиях для разработки проекта сооружений I и II уровня ответственности, а также окончательную их оценку для сооружений III уровня ответственности допускается выполнять в соответствии с приложением Б.

4.2 Состав инженерно-геологических изысканий. Дополнительные технические требования

4.2.1 Состав инженерно-геологических изысканий в районах распространения просадочных грунтов и общие технические требования к выполнению отдельных видов работ и комплексных исследований следует устанавливать в соответствии с СП 11-105 (часть I, раздел 5) и настоящим Сводом правил.

4.2.2 Сбору и обработке подлежат материалы изысканий прошлых лет и другие архивные, фондовые и литературные источники в соответствии с 5.2 СП 11-105 (часть I) и 4.1.9 настоящего свода правил, содержащие сведения и данные об инженерно-геологических и гидрогеологических условиях исследуемого района, в том числе:

сведения о геоморфологических условиях территории и об участках современного и древнего интенсивного увлажнения, а также участках, подвергающихся слабому промачиванию (водоразделы и их склоны, высокие речные террасы и т.п. с наиболее потенциально просадочными грунтами);

сведения о свойствах просадочных грунтов, о развитии и внешних проявлениях просадочности грунтов — характерных формах микрорельефа: просадочных блюдцах, просадочных трещинах вдоль каналов и других сооружений (распространение, формы, размеры). При сборе этих сведений рекомендуется максимально использовать аэрокосматериалы, в том числе снимки, выполненные в разные годы, для выявления динамики просадочного процесса;

сведения, позволяющие выполнить стратификацию геологического разреза на основе региональной схемы оледенения при многоярусном строении толщи просадочных грунтов;

сведения об опыте изысканий и строительства, связанного с опытным замачиванием толщ просадочных грунтов в разных условиях их залегания, статических испытаний свай с замачиванием просадочных грунтов; об источниках искусственного обводнения толщ просадочных грунтов (включая утечки из водонесущих инженерных коммуникаций), о состоянии и характере деформаций существующих зданий и сооружений на исследуемой территории.

По результатам сбора и обработки сведений, данных и материалов изысканий прошлых лет рекомендуется составлять схематические карты распространения просадочных грунтов с выделением (по возможности) территорий с предположительно различными типами грунтовых условий по просадочности.

Если между окончанием изысканий и началом проектирования разрыв во времени составляет более двух лет, возможность использования материалов изысканий прошлых лет зависит от происшедших в этот период изменений состояния и свойств просадочных грунтов под воздействием различных факторов, в том числе техногенных.

Состав и объем дополнительных изыскательских работ по уточнению материалов инженерно-геологических изысканий в связи с давностью их получения следует устанавливать по результатам рекогносцировочного обследования исследуемой территории.

4.2.3 Дешифрирование аэро- и космоматериалов следует выполнять в соответствии с 5.3 СП 11-105 (часть I); при этом основное внимание должно быть уделено:

уточнению используемых топографических карт в части выявления новых техногенных объектов (каналов, водохранилищ, карьеров и др.);

изучению геоморфологических условий территории с выделением крупных форм и элементов рельефа (водоразделы, склоны, террасы, овраги, балки и др.);

выявлению микроформ рельефа, генетически связанных с просадочными явлениями, (просадочные блюдца, просадочные трещины вдоль каналов, водохранилищ, отстойников и других водоемов).

По материалам дешифрирования следует составлять предварительную геоморфологическую карту, подлежащую уточнению при наземных обследованиях.

4.2.4 При маршрутных наблюдениях в процессе рекогносцировочного обследования и инженерно-геологической съемки следует фиксировать признаки просадочности лессовых грунтов.

При обнаружении и описании просадочных блюдец, подов, провальных оврагов, антропогенных (техногенных) форм — просадочных трещин и террас вокруг водохранилищ, по берегам каналов и других водоемов следует устанавливать их частоту (густоту) распределения на единицу площади, приуроченность к определенным формам рельефа и геоморфологическим элементам, форму и размеры в плане и по глубине, наличие и виды растительности, свидетельствующие о времени образования указанных форм.

При описании лессовых просадочных грунтов в естественных и искусственных обнажениях толщ лессовых пород (в балках, оврагах, по берегам водохранилищ, в карьерах, выемках и пр.) следует выделять отдельные горизонты лессов и разделяющих их лессовидных суглинков и погребенных почв, изучать и описывать с зарисовками и фотографированием: цвет грунтов и характер его изменения по разрезу; текстурные особенности (столбчатость, слоистость, наличие и характеристика формы, размеров, глубины проникновения кротовин, крупных корнеходов, червоходов и их количество на единицу площади, состав и плотность заполнителя); структурные особенности (гранулометрический состав; наличие макропор — их размеры и количество на единицу площади), наличие включений и новообразований (известковистых, железистых, выцветы и скопления солей, интенсивность вскипания от 10 %-ной соляной кислоты); влажность грунтов, характер контактов между отдельными слоями (горизонтами) грунтов, наличие следов их криогенного нарушения, ископаемые остатки флоры и фауны.

В процессе маршрутных наблюдений следует документировать выходы источников подземных вод, заболоченность, глубину стояния воды в колодцах с целью установления распространения и глубины положения зеркала подземных вод, определяющих нижнюю границу толщи просадочных грунтов.

При обследовании состояния существующих зданий и сооружений, деформированных в результате просадки грунтов, следует собирать сведения о характере и величине деформаций грунтов и фундаментов зданий и сооружений, источниках замачивания грунта (удаленность, продолжительность замачивания), конструкции фундаментов, характере вертикальной планировки, системе и состоянии ливневой канализации и водонесущих инженерных сетей, наличии и эффективности работы дренажных систем, экранировании поверхности территории, противопросадочных мероприятиях (уплотнение, в том числе с предварительным замачиванием, закрепление грунтов основания и др.). При наличии искусственного орошения следует обследовать систему и состояние оросительной сети, устанавливать режим поливов и пр.

4.2.5 Виды и способы проходки горных выработок в толщах просадочных грунтов должны дополнительно обеспечивать возможность выявления и описания их структурных и текстурных особенностей, соответствующих естественным условиям залегания.

Бурение скважин следует осуществлять без применения промывочной жидкости или подлива в скважину воды.

Предпочтительным является ударно-канатное бурение кольцевым забоем (буровыми стаканами).

Допускается использование колонкового способа бурения скважин без промывки и подлива воды в скважину («всухую») укороченными рейсами (не более 50 см), при небольшой скорости вращения бурового инструмента (до 60 об/мин) и равномерном давлении на забой.

Вибрационный и шнековый способы бурения непригодны для изучения просадочных грунтов.

При необходимости взятия образцов грунтов с ненарушенной структурой из скважин, проходка которых осуществляется ударно-канатным способом, рекомендуется не доходить бурением до предполагаемой отметки отбора монолита на 1 м. Добуривание скважины до отметки отбора монолита грунта следует осуществлять задавливанием тонкостенных грунтоносов.

Отбор монолитов грунтов из скважин следует осуществлять задавливанием тонкостенных грунтоносов, при этом допускается использование одноударного способа с предварительной зачисткой забоя скважины.

Для детального изучения строения толщи просадочных грунтов, повышения качества отбора монолитов и надежности характеристик грунтов, определяемых при лабораторных исследованиях, рекомендуется проходка горных выработок в виде шурфов или дудок, а также расчисток естественных обнажений и искусственных выемок.

Проходку шурфов (дудок) и отбор из них монолитов необходимо осуществлять на площадках II типа грунтовых условий при проектировании зданий и сооружений I-го уровня ответственности и, как правило, II-го уровня ответственности. Количество шурфов (дудок) устанавливается в программе изысканий.

При значительной мощности просадочных грунтов (более 15—20 м) шурфы или дудки следует добуривать скважинами.

Размещение и количество горных выработок определяется требуемой детальностью изучения инженерно-геологических условий исследуемой территории на соответствующем этапе (стадии) разработки предпроектной и проектной документации.

4.2.6 Геофизические исследования рекомендуется применять для расчленения и изучения толщ просадочных грунтов, определения контуров замачивания, выявления мест утечек из водонесущих коммуникаций и т.п.

Для расчленения толщи лессовых грунтов рекомендуется применять вертикальное электрическое зондирование (ВЭЗ, ВЭЗ МДС), электропрофилирование (ЭП) в сочетании с сейсмоакустическими методами. Указанные методы должны быть увязаны с бурением для получения опорных разрезов, их интерполяции и экстраполяции *по площади*.

На участках размещения опытных котлованов с замачиванием просадочных грунтов и в местах испытаний грунтов штампами с длительным замачиванием для определения контура замачивания по площади и по глубине, а также оценки характера его изменения во времени, рекомендуется применять метод вертикального электрического зондирования с охватом прилегающей территории на расстояние не менее двукратной величины мощности просадочной толщи.

Электроразведочные методы, в частности, метод естественного электрического поля, применяются также для выявления и оконтуривания участков утечек воды из подземных коммуникаций при расположении объекта строительства на застроенной территории или в непосредственной близости от нее.

Состав геофизических исследований, объемы работ (расстояние между профилями, количество точек), тип применяемых установок следует устанавливать в программе изысканий, исходя из необходимой детальности изучения инженерно-геологических условий на соответствующем этапе (стадии) проектирования и особенностей геоэлектрического разреза и существующего опыта.

4.2.7 Из комплекса полевых методов исследований грунтов рекомендуется использовать статическое зондирование, пенетрационный каротаж, испытания грунтов штампами, замачивание грунтов в опытных котлованах и испытания свай.

Статическое зондирование и (или) пенетрационный каротаж грунтов рекомендуется применять для расчленения толщи просадочных грунтов на отдельные слои, различающиеся прочностью и плотностью, и для оценки пространственной изменчивости свойств просадочных грунтов. По данным статического зондирования с определением сопротивления грунта погружению конусу зонда при естественной влажности и в водонасыщенном состоянии может быть установлено предварительное значение относительной просадочности грунтов.

Испытания грунтов штампами следует проводить в соответствии с ГОСТ 20276:

по схеме «одной кривой» (в одном шурфе или дудке) — для определения модуля деформации просадочных грунтов природной влажности и относительной деформации просадочности при заданном давлении;

по схеме «двух кривых» (в двух шурфах или дудках) — для определения модуля деформации просадочных грунтов природной влажности и в водонасыщенном состоянии (после замачивания), начального просадочного давления и относительной деформации просадочности при различных давлениях.

Испытания грунтов штампами для определения относительной деформации просадочности по схеме «одной кривой» рекомендуется выполнять с замачиванием при заданном давлении равном сумме давлений от собственного веса водонасыщенного грунта и дополнительного давления от сооружения (в пределах проектируемых

зданий и сооружений), или при природном давлении водонасыщенного грунта (вне пределов проектируемых зданий и сооружений).

Модули деформации уплотненных просадочных грунтов при испытаниях штампами следует определять, как правило, при природной влажности и в водонасыщенном состоянии, с учетом возможного замачивания.

Статические испытания свай в просадочных грунтах для определения их несущей способности следует проводить при проектировании зданий и сооружений на свайных фундаментах с учетом возможного замачивания оснований зданий и сооружений в период эксплуатации. Испытания рекомендуется осуществлять с площадным или локальным замачиванием грунта согласно ГОСТ 5686 (4.6 и 4.7).

Испытания свай с длительным площадным замачиванием следует проводить: для особо ответственных зданий и сооружений; при массовой застройке на вновь осваиваемых и малоизученных территориях с грунтовыми условиями II типа по просадочности; при отсутствии опыта строительства на застраиваемой территории и результатов ранее выполненных статических испытаний свай в аналогичных условиях.

При необходимости определения сил негативного трения по боковой поверхности сваи следует проводить соответствующие испытания свай по специальной программе, с учетом 8.5.2. ГОСТ 5686.

4.2.8 Замачивание толщ просадочных грунтов в опытных котлованах рекомендуется проводить на вновь осваиваемых малоизученных территориях массовой застройки при необходимости уточнения: типа грунтовых условий по просадочности, глубины с которой происходит просадка грунта от собственного веса, начального просадочного давления, а также оценки эффективности применения метода уплотнения просадочных грунтов предварительным замачиванием.

Опытные котлованы, в которых предусматривается длительное (в течение 1—3 месяцев) замачивание грунтов, следует сооружать с размерами сторон, равными величине просадочной толщи (но не менее 15×15 м), глубиной 0,2—0,4 м, с устройством дренирующих скважин (при толщине слоя просадочных грунтов более 10 м) глубиной не менее 0,4 и не более 0,8 просадочной толщи, а также — поверхностных (по 2—4 поперечникам через 2—4 м одна от другой) и глубинных марок (через 2—3 м по глубине) в пределах котлована и за его пределами (на расстоянии двукратной величины просадочной толщи).

В процессе опытного замачивания следует фиксировать количество заливаемой воды и осадки глубинных и поверхностных марок во времени по результатам их нивелирования. После завершения опытного замачивания просадочных грунтов (достижения условной стабилизации просадки грунтов в котловане) следует определять продолжительность проявления просадки (в сутках) и скорость ее развития (см/сутки).

При замачивании просадочных грунтов с поверхности дна котлована рекомендуется определять контур замачивания грунта в плане и по глубине.

Допускается выполнять опытное замачивание грунтов по ускоренной схеме при соответствующем обосновании.

Ускорение замачивания котлованов достигается устройством по периметру опытного котлована прорезей (или часто расположенных скважин) на всю или преобладающую часть (0,8) толщины слоя просадочных грунтов с засыпкой скважин и прорезей в грунте дренирующим материалом.

Испытания по замачиванию просадочных грунтов в опытных котлованах рекомендуется выполнять по специально разработанной программе с привлечением специализированной проектной организации, разрабатывающей проект объекта строительства, а при необходимости (значительной неоднородности толщ просадочных грунтов) и специализированной научно-исследовательской организации.

4.2.9 Гидрогеологические исследования при инженерно-геологических изысканиях следует выполнять для определения в полевых условиях водопроницаемости просадочных грунтов в зоне аэрации с целью оценки их фильтрационных свойств и, при необходимости, выбора мероприятий по устранению просадочных свойств (предпостроечное замачивание, физико-химическое закрепление). Опытно-фильтрационные работы следует осуществлять в соответствии с ГОСТ 23278 методом налива воды в шурф (с двухкольцевым инфильтрометром) на небольших глубинах (до 5—6 м) или наливом воды в скважины (на больших глубинах), а также нагнетанием воды в просадочные грунты через специальные зонды в процессе статического зондирования.

4.2.10 Стационарные наблюдения в районах распространения просадочных грунтов рекомендуется осуществлять за изменением режима подземных вод, динамикой изменения влажности просадочных грунтов и осадками (просадками) поверхности земли и грунтов оснований фундаментов.

Наблюдения ведутся с целью получения необходимой и достаточной информации для оценки степени опасности просадочных явлений, составления прогноза их дальнейшего развития, обоснования проекта защитных или иных мероприятий. Перечень наблюдаемых параметров, методика и частота наблюдений устанавливаются в программе работ.

Наблюдения за режимом подземных вод, при подъеме уровня которых происходит замачивание просадочных толщ снизу, а также за техногенными источниками замачивания просадочных грунтов сверху следует выполнять в соответствии с требованиями по их проведению в обычных условиях. Размещение наблюдательных пунктов должно производиться на участках существующих внешних техногенных источников замачива-

ния грунтов, а также вблизи водонесущих коммуникаций и проектируемых зданий и сооружений с мокрым технологическим процессом.

Наблюдения за динамикой изменения влажности просадочных грунтов в зоне аэрации (по глубине и во времени) на характерных участках инфильтрации поверхностных вод, вблизи размещения наиболее ответственных зданий и сооружений I-го уровня ответственности выполняются геофизическими методами (электрометрия, радиоактивный каротаж) или путем определения влажности в лабораторных условиях по образцам грунтов, отбираемым в различные сезоны года из специально пробуренных для этих целей скважин.

Наблюдения за осадками (просадками) поверхности земли и грунтов оснований фундаментов осуществляются с применением поверхностных и глубинных марок в период строительства и эксплуатации зданий и сооружений.

4.2.11 При лабораторных исследованиях просадочных грунтов, помимо природной влажности, плотности, границ текучести и раскатывания, деформируемости (в т.ч. просадочности) и прочности следует выполнять определения гранулометрического состава (при двух методах подготовки грунта к анализу), содержания водорастворимых солей и органических веществ (особенно для горизонтов погребенных почв), водопроницаемости, а также определения специфических свойств: начального просадочного давления; при необходимости — начальной просадочной влажности и относительной деформации просадочности при различных нагрузках.

Для грунтов, подлежащих закреплению, в лабораторных условиях следует также определять химико-минералогический состав, емкость поглощения и состав обменных катионов, pH среды, а также прочностные и деформационные характеристики закрепленных грунтов.

При намечаемом уплотнении грунтов следует определять максимальную плотность (при оптимальной влажности) в соответствии с ГОСТ 22733. Метод лабораторного определения максимальной плотности.

Относительную деформацию просадочности при лабораторных исследованиях следует устанавливать в соответствии с ГОСТ 23161 (испытаниями по схемам «одной кривой» и «двух кривых»).

Для учета возможных послепросадочных деформаций рекомендуется выполнять единичные длительные компрессионные испытания с постоянной фильтрацией воды (компрессионно-фильтрационные).

Начальное просадочное давление следует определять по результатам компрессионных испытаний образцов грунтов по схеме «двух кривых» или (при необходимости получения более точных значений) по схеме «одной кривой» — по результатам испытаний серии образцов-близнецов грунтов при различных давлениях.

Определения начальной просадочной влажности (минимальная влажность, при которой под действующим давлением проявляются просадочные свойства грунтов) в лабораторных условиях следует выполнять по результатам компрессионного сжатия 5—6 образцов-близнецов просадочных грунтов с различной влажностью (от природной до полного водонасыщения). Испытания по определению начальной просадочной влажности рекомендуется совмещать (в целях сокращения числа опытов) с определениями относительной деформации просадочности по схеме «двух кривых».

Модуль деформации просадочных грунтов в лабораторных условиях следует определять для грунтов природной влажности и в водонасыщенном состоянии.

Модуль деформации уплотняемых при строительстве просадочных грунтов следует определять при компрессионных испытаниях по образцам с максимальной плотностью при оптимальной влажности и в водонасыщенном состоянии.

Прочностные характеристики просадочных грунтов рекомендуется определять методами одноосного среза и трехосного сжатия при природной влажности и при полном водонасыщении. Проведение испытаний следует осуществлять в соответствии с ГОСТ 12248 по методикам, отвечающим условиям работы грунтов основании зданий и сооружений или в массиве просадочных грунтов. При исключении замачивания и просадки толщи грунтов в процессе строительства и эксплуатации зданий и сооружений при испытаниях следует применять метод консолидированного медленного среза образцов грунтов природной влажности после их предварительного уплотнения заданными вертикальными давлениями. При возможности замачивания и просадки толщи просадочных грунтов в процессе строительства и эксплуатации объектов следует применять метод консолидированного медленного среза образцов грунтов при полном их водонасыщении после предварительного уплотнения одним и тем же вертикальным давлением (определение максимальных значений прочностных характеристик водонасыщенных просадочных грунтов после завершения просадки).

Прочностные характеристики грунтов в процессе их просадки рекомендуется определять методом неконсолидированного быстрого среза на образцах грунтов, приведенных в водонасыщенное состояние без предварительного уплотнения (определение минимальных значений прочностных характеристик при водонасыщении).

Прочностные характеристики уплотняемых при строительстве просадочных грунтов следует определять на образцах с заданной плотностью методом консолидированного медленного среза при оптимальной влажности и при полном водонасыщении образца.

Гранулометрический состав просадочных грунтов рекомендуется определять в соответствии с ГОСТ 12536 параллельно по двум методам под-

готовки грунта к анализу: гранулометрическому (с диспергацией — кипячением в воде с добавлением аммиака и растиранием грунта, а для грунтов, суспензия которых коагулирует при опробовании на коагуляцию, — растиранием грунта и добавлением пирофосфорнокислого натрия) и микроагрегатному (без диспергатора) по каждому образцу грунта, предназначенному для комплексного исследования физико-механических свойств. При использовании результатов анализа только для классификации просадочных грунтов по дисперсности рекомендуется применять ареометрический метод определения гранулометрического состава грунтов.

Содержание легкорастворимых солей в просадочных грунтах рекомендуется определять по результатам водных вытяжек из грунтов (при соотношении навески грунта к воде 1:5 и 3—5-минутном взбалтывании); наличие среднерастворимых солей (гипса) рекомендуется определять по результатам солянокислых вытяжек (при соотношении навески грунта к кислоте 1:50 и 5-минутном кипячении).

4.2.12 Обследование грунтов оснований фундаментов существующих зданий и сооружений осуществляется после тщательного осмотра зданий и сооружений с выявлением произошедших деформаций и их документацией. Наиболее обычными и легко наблюдаемыми видами деформаций являются трещины в стенах и перекосы дверных и оконных проемов. Рекомендуется устанавливать динамику их развития (например в связи с повышением уровня грунтовых вод).

Пункты обследования должны быть приурочены к местам наблюдаемых деформаций.

В составе работ следует предусматривать инженерно-геодезические наблюдения в соответствии с СП 11-104.

4.2.13 При камеральной обработке материалов инженерно-геологических изысканий и составлении технического отчета по результатам изысканий необходимо дополнительно к требованиям нормативных документов для обычных условий приводить прогноз возможных величин просадок толщ лессовых грунтов при предполагаемом напряженном состоянии с учетом прогнозируемого подъема уровня подземных вод и устанавливать значения специфических характеристик просадочных грунтов (относительной деформации просадочности при различных нагрузках, начального просадочного давления и начальной просадочной влажности).

4.2.14 При изысканиях в районах распространения просадочных грунтов следует предусматривать и осуществлять мероприятия, направленные на сохранение сложившихся геолого-гидрогеологических условий при проходке горных выработок, проведении опытно-фильтрационных и других работ (тампонаж скважин и засыпка шурфов глинистым грунтом с послойной трамбовкой, проведение полевых испытаний с замачиванием вне контуров проектируемых зданий и сооружений и т.п.) с целью предотвращения возможности возникновения или активизации процесса просадки.

4.3 Инженерно-геологические изыскания для разработки предпроектной документации

4.3.1 При инженерно-геологических изысканиях для разработки предпроектной документации в районах распространения просадочных грунтов дополнительно к требованиям СП 11 - 105 (часть I) следует устанавливать:

границы распространения, мощность и условия залегания просадочных грунтов, особенности их геолого-литологического строения, приуроченность к определенным формам рельефа и геоморфологическим элементам;

наблюдаемые проявления процессов просадки, их масштабность (размеры), форма, частота проявления, приуроченность к определенным геоморфологическим элементам;

свойства просадочных грунтов и предполагаемые типы грунтовых условий по просадочности;

характер деформаций существующих зданий и сооружений, вызванных просадками грунтов в их основании, местный опыт строительства и эксплуатации объектов на просадочных грунтах.

4.3.2 Инженерно-геологические изыскания для разработки предпроектной документации в районах развития просадочных грунтов следует производить в соответствии с 6.1—6.17 СП 11-105 (часть I).

При сборе и обобщении материалов изысканий и исследований прошлых лет следует целенаправленно анализировать картографические материалы геолого-съемочных, инженерно-геологических и гидрогеологических съемок различного назначения, находящиеся в федеральных и территориальных геологических фондах, отчеты об инженерно-геологических изысканиях на площадках, сложенных просадочными грунтами, результаты инженерно-геодезических наблюдений за деформациями зданий и сооружений, а также сведения о региональном опыте строительства и эксплуатации сооружений на просадочных грунтах, имеющиеся в местных органах по делам строительства и архитектуры.

Дешифрирование аэрокосмических материалов должно быть направлено на выявление геоморфологических условий территории с выделением основных форм мезорельефа (водоразделы, склоны водоразделов, разновысотные террасы, балки, овраги, поды и пр.), а также характерных форм микрорельефа, свидетельствующих о развитии просадочных явлений.

4.3.3 Для оценки наличия и масштаба проявления геологических и инженерно-геологических процессов в районах развития просадочных грунтов (образование просадочных блюдец, подов, провальных воронок и оврагов, просадочных трещин по берегам ирригационных каналов, вокруг

водоемов) рекомендуется максимально использовать результаты анализа картографических и аэрокосмических материалов с установлением по ним размера и частоты проявления процессов (площадная пораженность территории, %). Следует также выявлять взаимосвязи между внешними формами проявления процессов и характеристиками просадочных толщ (мощностью, относительной просадочностью). Участки проявления геологических и инженерно-геологических процессов, связанных с просадочностью грунтов, следует обозначать на мелкомасштабных инженерно-геологических картах внемасштабным знаком, на среднемасштабных инженерно-геологических картах (при возможности отображения в масштабе карты) — контурами территорий распространения.

4.3.4 При составлении генеральных схем развития, предпроектной градостроительной документации и т.п. (6.2 СП 11-105 (часть I)), а также определении целей инвестирования (6.4 СП 11-105 (часть I)) должно быть предусмотрено составление карты инженерно-геологического районирования территории масштаба 1:200000 — 1:50000 с соответствующими пояснительными записками. При районировании должны быть учтены следующие основные критерии:

распространение лессовых грунтов и их мощность, присутствие в разрезе горизонтов просадочных грунтов;

тип грунтовых условий по просадочности и возможная величина суммарной осадки и просадки.

Карта инженерно-геологического районирования составляется на основе существующих геологических, инженерно-геологических и гидрогеологических карт разного назначения, изданных или находящихся в федеральных и территориальных геологических фондах, отчетов об инженерно-геологических изысканиях на строительных площадках и трассах коммуникаций, а также с учетом регионального опыта строительства и эксплуатации зданий и сооружений на просадочных грунтах, имеющиеся в местных органах по делам строительства и архитектуры.

При недостатке нужной информации может быть предусмотрено проведение рекогносцировочного обследования с использованием дешифрирования аэрокосмических материалов и с обоснованием этих видов работ в программе изысканий.

4.3.5 При изысканиях для разработки обоснований инвестиций в строительство предприятий, зданий и сооружений для более полного освещения инженерно-геологических условий территории должно быть предусмотрено составление инженерно-геологической карты территории масштаба 1:25000 — 1:10000 для площадок и 1:50000 — 1:25000 для трасс коммуникаций.

Кроме сведений, указанных в 4.3.2, на составляемых картах должны быть указаны в масштабе карты или внемасштабным знаком:

микроформы рельефа и другие признаки развития просадочных явлений,

места утечек воды из водонесущих коммуникаций и другие источники замачивания грунтов: (современные и имевшие место в прошлом, если сохранились соответствующие признаки);

площади, где выявлено образование верховодок или техногенного горизонта подземных вод;

места, где зафиксированы деформации зданий и сооружений, связанные с просадочными явлениями.

Инженерно-геологические карты составляются на основе существующих карт разного назначения, анализа и обобщения материалов изысканий и исследований прошлых лет и других текстовых источников, изданных или хранящихся в фондах и архивах разных организаций.

4.3.6 При отсутствии или недостаточности собранных материалов следует выполнять рекогносцировочное обследование в составе и объеме необходимом для получения недостающих сведений и данных или, при обосновании в программе изысканий, инженерно-геологическую съемку площадки в масштабах 1:25000 — 1:10000 и полосы трассы линейных сооружений — в масштабах 1:50000 — 1:25000. При этом на каждом геоморфологическом элементе следует проходить шурфы (дудки) и отбирать не менее трех монолитов из каждого литологического слоя для определения просадочных свойств грунтов.

4.3.7 Границы и глубину изучения территории, сложенной толщей просадочных грунтов, следует устанавливать в соответствии с техническим заданием заказчика, исходя из необходимости охвата всей просадочной толщи в пределах основных типов рельефа и геоморфологических элементов.

4.3.8 Выделение в покрове лессовых грунтов просадочных толщ следует осуществлять с использованием косвенных геоморфологических признаков, ориентировочно указывающих на возможность распространения просадочных грунтов. Следует учитывать, что просадочные грунты приурочены преимущественно к повышенным элементам рельефа (водораздельным пространствам, пологим склонам, высоким террасам в долинах рек и др.).

К морфологическим признакам просадочных грунтов следует относить окраску от палевой до охристой, макропористость, пылеватость, наличие погребенных почв.

4.3.9 Характеристику геолого-литологического строения грунтов просадочной толщи рекомендуется приводить с учетом 4.2.4, а характеристику состава, состояния и просадочных свойств, как правило, по результатам лабораторных исследований с использованием собранных и обобщенных материалов

Для оценки механических свойств просадочных грунтов рекомендуется использовать региональные таблицы (или региональные корреляционные зависимости между показателями состава и состояния грунтов и характеристиками их просадочности), если они прошли соответствующее согласование и их достоверность подтверж-

дена местным опытом проектирования и строительства.

4.3.10 Преобладающие типы грунтовых условий по просадочности рекомендуется предварительно устанавливать на основе общих геологических признаков, материалов ранее выполненных изысканий и исследований и местного опыта строительства и уточнять после проведения изысканий по всей глубине просадочной толщи.

4.3.11 В техническом отчете (заключении) дополнительно к сведениям для обычных природных условий следует приводить результаты анализа материалов и данных в соответствии с требованиями 4.3.1.

По результатам изысканий следует приводить оценку опасности процессов, связанных с просадочностью грунтов, при установлении возможности и целесообразности строительного освоения территории, для выбора района (пункта) размещения объекта строительства и определения характера планировочных и защитных мероприятий.

В техническом отчете следует приводить рекомендации по проведению дальнейших инженерно-геологических изысканий и необходимости выполнения специальных работ и исследований.

4.4 Инженерно-геологические изыскания для разработки проекта

4.4.1 При инженерно-геологических изысканиях для разработки проекта в районах распространения просадочных грунтов следует дополнительно к требованиям СП 11-105 (часть I) устанавливать:

распространение, мощность и геолого-литологическое строение толщи просадочных грунтов, их приуроченность к определенным формам рельефа и геоморфологическим элементам;

формы микрорельефа, обусловленные просадочностью грунтов (просадочные блюдца, поды, ложбины и пр.), их распространение, размер, частоту проявления и интенсивность развития;

особенности структуры (характер вертикальных и горизонтальных макропор, расположение их по глубине и площади; пылеватость, агрегированность и пр.), текстуры (тонкая слоистость, трещиноватость, наличие конкреций кальция, кристаллов гипса и пр.), интенсивность вскипания от 10%HCl;

нормативные и расчетные значения характеристик прочностных и деформационных свойств просадочных грунтов (для выделенных инженерно-геологических элементов) при природной влажности и в водонасыщенном состоянии, а также изменение специфических показателей просадочности по глубине при различных давлениях;

тип грунтовых условий по просадочности по результатам лабораторных и, при необходимости, полевых испытаний;

прогноз изменений уровенного режима подземных вод в результате строительного освоения территории, приводящих к замачиванию толщ просадочных грунтов и проявлению их просадки;

рекомендации по учету основных особенностей распространения, неоднородности строения и свойств толщи просадочных грунтов при проектировании, а также рекомендации по дальнейшему проведению изысканий.

4.4.2 Инженерно-геологические изыскания для обоснования проекта предприятий, зданий и сооружений следует производить с детальностью (в масштабах) инженерно-геологической съемки в соответствии с 7.4 СП 11—105 (часть I). Инженерно-геологическое картирование исследуемой территории следует осуществлять, как правило, в масштабе 1:5000 — 1:2000.

Детальные крупномасштабные съемки (1:1000) следует предусматривать при сложном строении толщ просадочных грунтов по литологическим особенностям, неоднородности грунтов по просадочности, наличии многочисленных внешних проявлений просадочности грунтов, при соответствующем обосновании в программе изысканий.

4.4.3 Границы территории, охватываемой инженерно-геологической съемкой, и глубину изучения толщи просадочных грунтов следует устанавливать в соответствии с техническим заданием заказчика, с учетом типа проектируемого сооружения и имеющихся на территории или в непосредственной близости от нее участков техногенного воздействия (существующих и потенциальных источников замачивания просадочных толщ).

4.4.4 Бурение скважин следует осуществлять, в соответствии с 4.2.5, как правило, с проходкой всей толщи просадочных грунтов.

При выполнении изысканий на территории с большой мощностью просадочной толщи (значительно превышающей предполагаемую величину сжимаемой толщи грунтов основания) до 30% горных выработок следует проходить на полную глубину просадочной толщи или до глубины, где наличие просадочных грунтов не оказывает влияния на устойчивость зданий и сооружений.

Горные выработки следует размещать с учетом расположения геоморфологических элементов и микроформ рельефа.

4.4.5 Лабораторные исследования физико-механических свойств грунтов просадочной толщи следует выполнять в соответствии с 4.2.11 для получения показателей физико-механических свойств просадочных грунтов.

В состав комплекса лабораторных методов рекомендуется включать определения:

относительной деформации просадочности от собственного веса грунта и при различных давлениях;

начального просадочного давления и начальной просадочной влажности — на крупных объектах, на которых не прогнозируется замачивание просадочных грунтов (при специальном обосновании в программе изысканий);

модуля деформации грунтов при природной влажности и в водонасыщенном состоянии — в пределах глубины, соответствующей предполагаемой величине сжимаемой толщи грунтов основания;

коэффициента фильтрации просадочных грунтов в зоне аэрации.

Определение показателей свойств грунтов, подстилающих просадочную толщу, следует выполнять как для обычных грунтов.

4.4.6 В состав комплекса полевых методов включаются испытания штампами и прессиометрами, статическое зондирование, опытно-фильтрационные работы.

Пункты испытаний просадочных грунтов штампами для определения значений относительной деформации просадочности при различных давлениях, начального просадочного давления и модулей деформации грунтов при природной влажности и в водонасыщенном состоянии рекомендуется располагать вблизи (на расстоянии 3 м) от опробуемых горных выработок.

Определение водопроницаемости (коэффициента фильтрации) просадочных грунтов в зоне аэрации следует производить в соответствии с 4.2.9. Пункты наливов воды в шурфы следует располагать в местах с наибольшей мощностью просадочной толщи и максимальной ожидаемой просадкой грунтов (II тип грунтовых условий по просадочности). Пункты определения коэффициента фильтрации в процессе статического зондирования следует размещать на расстоянии 2—3 м вокруг пунктов налива воды в шурфы.

4.4.7 При проведении изысканий на вновь осваиваемых и малоизученных территориях массовой застройки (городов, поселков, крупных предприятий и т. п.) и при необходимости уточнения типа грунтовых условий по просадочности, мощности просадочных грунтов и значения величины начального просадочного давления при полном водонасыщении (установленного по результатам лабораторных исследований) рекомендуется предусматривать проведение испытаний с замачиванием просадочных грунтов в опытных котлованах согласно 4.2.8. Опытный котлован следует располагать в местах с возможной максимальной просадкой.

После завершения замачивания просадочных грунтов в опытных котлованах (достижения условной стабилизации просадки грунта) следует выполнять комплекс работ по определению характеристик состава, состояния и свойств (в том числе прочностных и деформационных) замоченной толщи грунтов с использованием обычных методов лабораторных и полевых исследований.

4.4.8 Оценку возможных изменений уровенного режима подземных вод на исследуемой территории следует осуществлять с использованием материалов изысканий и исследований прошлых лет (по результатам наблюдений государственной стационарной сети за естественными сезонными и многолетними колебаниями уровня подземных вод в районе изысканий), с учетом степени потенциальной подтопляемости территории строительства.

Если в соответствии с этой оценкой (или иными обоснованными предположениями, в частности, по объектам-аналогам) в период строительства или эксплуатации зданий и сооружений возможно полное или частичное замачивание толщи просадочных грунтов подземными и (или) техногенными водами и формирование верховодки, на исследуемой территории следует создавать стационарную сеть для наблюдений за режимом подземных (в том числе техногенных) вод с продолжением этих наблюдений на последующих этапах изысканий.

Стационарные наблюдения следует также организовывать и проводить на участках современного развития процессов, связанных с просадкой грунтов, если есть основания предполагать, что они могут создать угрозу для устойчивости объектов строительства.

4.4.9 В техническом отчете (заключении) об инженерно-геологических изысканиях, выполненных в районах распространения просадочных грунтов, следует дополнительно к требованиям СП 11-105 (часть I) приводить результаты исследований в соответствии с требованиями 4.4.1.

Графическая часть технического отчета должна дополнительно содержать:

графики изменения с глубиной значений относительной деформации просадочности от собственного веса при полном водонасыщении, начального просадочного давления, а также зависимости относительной деформации просадочности от давления;

графики возможной величины просадки в зависимости от мощности просадочной толщи (вычисления величин просадки следует осуществлять согласно СНиП 2.02.01) с выделением участков с различной величиной просадки (до 5 см, от 5 до 15 см, от 15 до 30 см и более 30 см);

листы обработки результатов полевых испытаний просадочных грунтов штампами для определения характеристик просадочности (если они проводились);

листы обработки результатов замачивания просадочных грунтов в опытном котловане (если оно проводилось): графики суточного и общего расхода воды и осадки глубинных и поверхностных марок во времени; графики просадки и относительной деформации просадочности отдельных слоев грунтов по глубине, а также линии равных просадок поверхности грунта в пределах опытного котлована и за его пределами и поперечные профили просадки поверхности грунта.

При необходимости в технический отчет следует помещать также и другие материалы обработки результатов изысканий, отражающие специфические особенности и особые свойства просадочных грунтов, если они представляют интерес для их комплексной оценки и учета при проектировании.

4.5 Инженерно-геологические изыскания для разработки рабочей документации, а также в период строительства и эксплуатации зданий и сооружений

4.5.1 При инженерно-геологических изысканиях для разработки рабочей документации

следует детализировать и уточнять инженерно-геологические условия на участках расположения отдельных зданий и сооружений.

В пределах участков строительства зданий и сооружений и непосредственно прилегающей к ней освоенной (застроенной) территории рекомендуется проводить инженерно-геологическую рекогносцировку, включая обследование зданий и сооружений, с целью установления новых проявлений просадочности грунтов на поверхности земли, возникших после завершения предыдущей стадии изысканий, и выявления техногенных факторов (утечек из подземных коммуникаций, фильтрационных потерь из водоемов и др.), которые могут оказывать влияние на развитие просадок в толще лессовых грунтов исследуемой площадки.

4.5.2 Горные выработки следует размещать в соответствии с 8.3 и 8.4 СП 11-105 (часть I), принимая минимальные расстояния из указанного в табл. 8.1 диапазона.

Для более детального изучения строения и опробования просадочной толщи в пределах контуров проектируемых зданий и сооружений повышенного и нормального уровней ответственности в числе горных выработок следует предусматривать проходку одного-двух шурфов, размещая их в местах с предполагаемыми резкими изменениями состава, состояния и просадочных свойств грунтов (минимальными и максимальными значениями характеристик просадочности по данным, полученным на предыдущих стадиях (этапах) изысканий).

4.5.3 Глубину горных выработок следует устанавливать в зависимости от типа грунтовых условий по просадочности. На участках I типа грунтовых условий для зданий и сооружений I и II уровня ответственности выработки должны проходиться на всю мощность толщи просадочных грунтов, но не менее глубины, указанной 8.5 СП 11-105 (часть I) с учетом прогнозируемого замачивания. На участках II типа грунтовых условий до 30% выработок должны проходиться для зданий и сооружений I и, как правило, II уровня ответственности на всю мощность толщи просадочных грунтов или до глубины, где наличие таких грунтов не будет оказывать влияния на устойчивость проектируемых зданий и сооружений.

4.5.4 Опробование толщ просадочных грунтов (отбор образцов и монолитов) для определения их свойств в лабораторных условиях следует осуществлять применительно к выделенным инженерно-геологическим элементам (но не реже, чем через 1 м по глубине) в пределах всей просадочной толщи, а также из залегающих ниже непросадочных грунтов.

На участке каждого здания и сооружения (или их группы) следует опробовать до 50% горных выработок (в том числе все шурфы), но не менее двух выработок. При значительной неоднородности просадочной толщи по литологическому строению и свойствам грунтов опробование рекомендуется осуществлять во всех горных выработках. При этом монолиты и образцы грунтов следует отбирать из горных выработок с учетом опробования на предшествующих этапах изысканий, общим количеством не менее 10 для каждого инженерно-геологического элемента.

4.5.5 Состав и методы определений характеристик просадочных грунтов при лабораторных и полевых исследованиях, а также режим проведения испытаний следует устанавливать в зависимости от предполагаемого повышения влажности просадочных грунтов (в том числе при их искусственном замачивании), от методов устранения просадочных свойств грунтов (уплотнением, закреплением) и уровня ответственности зданий и сооружений.

4.5.6 На участках зданий и сооружений, основания которых проектируются, исходя из возможности повышения их влажности (вследствие инфильтрации поверхностных вод, экранирования поверхности и др.) в условиях неполного водонасыщения грунта, для установления величины относительной деформации просадочности грунта рекомендуется определять начальную просадочную влажность.

Для зданий и сооружений II и III уровней ответственности начальную просадочную влажность следует определять, как правило, по результатам лабораторных исследований. Для зданий и сооружений повышенного уровня ответственности для уточнения значений начальной просадочной влажности, полученных лабораторными методами, рекомендуется проводить полевые испытания грунтов штампом в тех же точках, где эта влажность определялась лабораторными методами.

Значения начальной просадочной влажности следует сопровождать указанием на величину давления, при котором она была определена.

В целях установления динамики сезонного изменения влажности в зоне аэрации и определения ее количественных значений рекомендуется проведение стационарных наблюдений на участках наиболее ответственных зданий и сооружений.

Определение относительной деформации просадочности следует осуществлять при напряжениях от собственного веса грунта при его неполном водонасыщении и дополнительного напряжения от веса сооружения.

Определения значений модуля деформации и прочностных характеристик просадочных грунтов следует выполнять при природной влажности полевыми и лабораторными методами.

На участках зданий и сооружений проектируемых на свайных фундаментах без замачивания толщи просадочных грунтов рекомендуется предусматривать проведение испытаний свай (одного-двух испытаний для каждого наиболее ответственного здания и сооружения) согласно 4.2.7.

4.5.7 На участках зданий и сооружений при возможном замачивании их оснований значения относительной деформации просадочности и начального просадочного давления грунтов следует определять при их полном водонасыщении, по всей глубине просадочной толщи, а прочностные

и деформационные — при природной влажности и в водонасыщенном состоянии.

Значения относительной деформации просадочности и начального просадочного давления, полученные по результатам лабораторных испытаний, рекомендуется уточнять по результатам полевых испытаний грунтов штампами.

По результатам штамповых испытаний следует устанавливать значения модулей деформации просадочных грунтов при природной влажности и в водонасыщенном состоянии.

Пункты испытаний грунтов штампами рекомендуется назначать на участках проектирования наиболее ответственных зданий и сооружений (тяжелых промышленных и многоэтажных гражданских зданий, а также зданий и сооружений, отказы которых могут привести к тяжелым экономическим, социальным и экологическим последствиям) в местах с предполагаемыми максимальными и минимальными значениями характеристик просадочности и деформируемости грунтов, а также с наличием в просадочных грунтах включений обломочного материала — гравия и гальки.

Количество определений характеристик просадочности и деформируемости полевыми методами следует устанавливать в зависимости от степени изменчивости характеристик грунтов, но не менее трех как при природной влажности, так и при полном водонасыщении для каждого инженерно-геологического элемента в пределах сжимаемой толщи основания, сложенного просадочными грунтами.

Прочностные характеристики просадочных грунтов основания зданий и сооружений для инженерно-геологических элементов мощностью более 1 м в пределах просадочной толщи следует определять в лабораторных условиях по методу консолидированного медленного среза при полном водонасыщении образцов грунта, после завершения просадки.

Для комплексной оценки физико-механических свойств грунтов, помимо характеристик просадочности, деформационных и прочностных показателей и соответствующих физических характеристик свойств грунтов, рекомендуется определять гранулометрический состав, содержание водорастворимых солей, органических веществ и водопроницаемость по монолитам грунтов, отбираемых из шурфов, пройденных на участках отдельных зданий и сооружений.

На участках зданий и сооружений, проектируемых на свайных фундаментах, следует предусматривать выполнение статического зондирования для определения предельного сопротивления грунта под нижним концом и по боковой поверхности забивной сваи, а также для установления положения кровли грунтов, подстилающих просадочную толщу (при толщине просадочных грунтов до 15 м) и выделения в них слоев грунтов, которые могут служить для опирания и заглубления в них нижних концов свай. Зондирование рекомендуется осуществлять в 6 точках под каждое здание и сооружение.

Изучение состава, состояния и свойств подстилающих грунтов следует проводить в соответствии с требованиями, изложенными в СП 11-105 (часть I).

Для проектирования свайных фундаментов зданий и сооружений следует проводить испытания натурных свай статическими нагрузками с учетом типа грунтовых условий по просадочности (в грунтовых условиях II типа проведение испытаний согласно СНиП 2.02.03 является обязательным), наличия опыта строительства, результатов ранее выполненных испытаний свай, характера замачивания просадочных грунтов и уровня ответственности проектируемых зданий и сооружений. Натурные испытания свай с замачиванием рекомендуется проводить за пределами участков размещения проектируемых зданий и сооружений (на расстоянии не менее полуторной толщины слоя просадочных грунтов от их контуров) в местах с аналогичными грунтовыми условиями.

Определение мест проведения опытных испытаний натурных свай (в особенности с длительным площадным замачиванием), количества испытаний, а также методов погружения (или устройства) свай следует обосновывать в программе свайных испытаний. Составление программы рекомендуется осуществлять совместно изыскательской и проектной организацией, разрабатывающей проект свайных фундаментов зданий и сооружений, с участием строительной организации, которая будет осуществлять строительство, а также с привлечением при необходимости (в случае значительной неоднородности толщ просадочных грунтов и отсутствии соответствующего опыта в аналогичных условиях) специализированной научно-исследовательской организации.

4.5.8 На участках размещения зданий и сооружений, проектирование оснований которых предусматривается с полным или частичным устранением просадочных свойств грунтов в пределах части или всей просадочной толщи и (или) с устройством искусственных (закрепленных) массивов грунтов, при выполнении инженерно-геологических изысканий следует дополнительно предусматривать изучение свойств просадочных грунтов с использованием методов, соответствующих намечаемым способам их преобразования, с учетом СНиП 3.02.01.

При проектировании уплотнения просадочных грунтов тяжелыми трамбовками рекомендуется определять при лабораторных исследованиях оптимальную влажность и максимальную плотность по ГОСТ 22733, прочностные и деформационные характеристики грунтов при оптимальной плотности-влажности и в водонасыщенном состоянии в пределах глубины предполагаемой зоны преобразования грунтов основания.

Для наиболее ответственных зданий и сооружений определение прочностных характеристик рекомендуется осуществлять на искусственно уплотненных в лабораторных условиях образцах грунта (в диапазоне 1,5—1,8 т/м^3) при оптималь-

ной влажности и в водонасыщенном состоянии, а при необходимости — при промежуточных значениях влажности с установлением зависимости параметров среза грунтов от их плотности и влажности.

Определение модуля деформации уплотненных грунтов рекомендуется осуществлять также в полевых условиях по результатам испытаний штампами при заданной плотности-влажности и в водонасыщенном состоянии на специально создаваемых участках опытного уплотнения грунтов.

На участках зданий и сооружений, располагаемых на территории со II типом грунтовых условий по просадочности, проектирование которых предусматривается с устранением просадочных свойств грунтов в пределах всей просадочной толщи предварительным замачиванием, следует предусматривать определение коэффициентов фильтрации всех грунтов, слагающих зону аэрации, в полевых условиях (основной метод) и в лабораторных условиях (дополнительный метод).

Пункты определения коэффициентов фильтрации полевыми методами (наливами воды в шурфы, скважины) рекомендуется размещать около участков зданий и сооружений в местах с различной величиной значений просадки грунтов от собственного веса. Количество определений коэффициентов фильтрации для каждого инженерно-геологического элемента следует устанавливать не менее трех.

При необходимости (указанной в техническом задании заказчика) для оценки эффективности применения метода уплотнения просадочных грунтов предварительным замачиванием и уточнения ожидаемых величин просадок на отдельных участках замачиваемой территории, а также требуемого времени замачивания толщи грунтов рекомендуется проводить опытное замачивание просадочных грунтов в котлованах.

На участках зданий и сооружений, проектирование которых предусматривается с закреплением просадочных грунтов основания инъекционным способом (силикатизацией) или термическим способом (обжигом) следует предусматривать, помимо характеристик состава и состояния, определения химико-минералогического и гранулометрического состава, емкости поглощения и состава обменных катионов, водопроницаемости, температуры плавления и газопроницаемости (при закреплении грунтов обжигом), а также определение физико-механических характеристик закрепленных грунтов и их изменений во времени (в том числе временного сопротивления одноосному сжатию, прочностных характеристик и модуля деформации на образцах грунтов в водонасыщенном состоянии).

Для особо ответственных зданий и сооружений определения деформационных характеристик просадочных грунтов рекомендуется осуществлять полевыми методами (штампами) на опытных участках закрепленных массивов грунтов при выполнении инженерно-геологических изысканий в процессе строительства.

4.5.9 Испытание водопроницаемости просадочных грунтов в зоне аэрации рекомендуется осуществлять в полевых условиях методами налива воды в шурфы и скважины с определением значений коэффициентов фильтрации исследуемых слоев грунта (не менее трех опытов для каждого характерного слоя грунта).

Определение при необходимости фильтрационной анизотропии и нормативного значения коэффициента фильтрации толщи просадочных грунтов следует выполнять по дополнительному заданию лабораторными методами при вертикальной и горизонтальной ориентации образцов грунта.

Для качественной оценки фильтрационной однородности толщи просадочных грунтов в пределах участка размещения здания и сооружения (на глубину зоны преобразования закреплением) рекомендуется применять метод определения коэффициента фильтрации статическим зондированием с использованием зондов специальной конструкции для нагнетания воды в грунт.

Часть точек статического зондирования следует располагать в двух-трех метрах от пунктов налива воды в шурфы для определения переходных коэффициентов и количественной оценки водопроницаемости просадочных грунтов по данным зондирования. Количество точек зондирования рекомендуется принимать не менее 6 на каждое здание и сооружение.

Виды, состав и объемы исследований просадочных грунтов (в том числе по определению особых характеристик) с целью их технической мелиорации (преобразования свойств и устройства закрепленных массивов грунтов) следует обосновывать в программе инженерно-геологических изысканий в соответствии с техническим заданием заказчика.

4.5.10 Для определения возможных изменений режима подземных вод в процессе строительства и эксплуатации проектируемых и существующих зданий и сооружений следует использовать:

результаты стационарных наблюдений за подземными водами, используя сеть наблюдательных скважин, созданную на предшествующем этапе изысканий;

данные разовых замеров уровней подземных вод в горных выработках, пройденных под отдельные здания и сооружения, с определением возможной величины повышения уровня подземных вод аналитическими расчетами, математическим и (или) аналоговым моделированием.

Стационарные наблюдения с использованием существующей сети следует продолжать в период строительства и эксплуатации проектируемых и существующих зданий и сооружений; если такая сеть не создана, то ее устройство следует предусмотреть в проекте строительства объекта. Рекомендуемая продолжительность стационарных наблюдений на застроенной территории составляет 3—5 и более лет.

Сгущение пунктов стационарной сети рекомендуется осуществлять вблизи проектируемых

зданий и сооружений с мокрым технологическим процессом и водонесущими коммуникациями, а также на участках размещения наиболее ответственных зданий и сооружений с целью контроля за развитием процесса повышения уровня подземных вод, своевременного устранения утечек из водонесущих коммуникаций и предотвращения аварийных ситуаций.

4.5.11 В техническом отчете (заключении) об инженерно-геологических изысканиях на участках отдельных зданий и сооружений, помимо сведений, регламентируемых в СП 11-105 (часть I), следует дополнительно приводить (с учетом результатов изысканий на предшествующем этапе и требований 4.5.1) следующие материалы и данные:

условия залегания и распространения просадочных грунтов на участке каждого отдельного здания и сооружения, наличие водоупорных локальных прослоев грунтов и другие характерные особенности, присущие просадочным грунтам;

тип грунтовых условий по просадочности на участках отдельных зданий и сооружений (границы их в плане) с указанием частных и максимальных значений возможной просадки грунтов от собственного веса (с учетом веса воды, проектируемой срезки или подсыпки);

графики изменения с глубиной зависимости величины относительной деформации просадочности от нагрузки и начального просадочного давления грунтов (с учетом значений относительной деформации просадочности при длительном водонасыщении), а также графики зависимости начальной просадочной влажности от давления и относительной деформации просадочности от влажности при определенных давлениях (если определения начальной просадочной влажности проводились);

результаты полевых исследований грунтов штампами по определению просадочных характеристик грунтов и значений модуля деформации грунтов при природной (установившейся) влажности и в водонасыщенном состоянии, а также данные об испытаниях натурных свай статическими нагрузками (для зданий и сооружений, проектируемых на свайных фундаментах) и результаты замачивания грунтов в опытных котлованах (если оно проводилось);

нормативные и расчетные значения физико-механических характеристик грунтов по инженерно-геологическим элементам, выделенным в пределах просадочной толщи, по результатам лабораторных и полевых испытаний, в том числе деформационных и прочностных характеристик при природной влажности и в водонасыщенном состоянии;

характеристики грунтов, подстилающих просадочную толщу, на которые могут опираться (или заглубляться в них) свайные фундаменты и закрепленные массивы просадочных грунтов;

характеристики химико-минералогического состава, водопроницаемости, прочностных и деформационных свойств уплотненных или закрепленных просадочных грунтов по участкам зданий и сооружений, основания которых проектируются с устранением просадочных свойств грунтов;

оценку возможности изменения режима подземных вод в процессе эксплуатации проектируемых и существующих зданий и сооружений по результатам стационарных наблюдений и (или) в соответствии с прогнозируемым повышением уровня подземных вод;

рекомендации по учету при проектировании основных особенностей исследованных просадочных грунтов.

5 ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗЫСКАНИЯ В РАЙОНАХ РАСПРОСТРАНЕНИЯ НАБУХАЮЩИХ ГРУНТОВ

5.1 Общие положения

5.1.1 К набухающим грунтам, в соответствии с ГОСТ 25100, следует относить глинистые грунты, которые при замачивании водой или другой жидкостью увеличиваются в объеме и имеют относительную деформацию набухания без нагрузки $\varepsilon_{sw} \geq 0{,}04$. Набухающие грунты следует подразделять на разновидности в соответствии с таблицей 5.1.

Таблица 5.1

Разновидности глинистых грунтов	Относительная деформация набухания без нагрузки ε_{sw}, д.е.
Ненабухающие	< 0,04
Слабонабухающие	0,04—0,08
Средненабухающие	0,08—0,12
Сильнонабухающие	>0,12

При изысканиях для предпроектной документации допускается оценивать набухаемость грунтов по коэффициентам пористости ε и ε_f (коэффициенты пористости образца соответственно с природной влажностью и влажностью на границе текучести) и относить к набухающим грунтам глинистые грунты при условии $\{(\varepsilon-\varepsilon_f)/(1+\varepsilon)\} < -0{,}4$.

Набухающие грунты при высыхании дают усадку, величина которой зависит от факторов, влияющих на набухание, и возрастает с увеличением склонности грунта к набуханию.

5.1.2 Набухающие грунты в соответствии с ГОСТ 24143 следует характеризовать:

давлением набухания p_{sw} — давлением, возникающем при невозможности объемных деформаций в процессе замачивания и набухания грунта;

влажностью набухания w_{sw}, — влажностью, полученной после завершения набухания грунта и прекращения процесса поглощения жидкости;

относительной деформацией набухания при заданном давлении (в том числе при p=0) ε_{sw} —

относительным увеличением высоты образца после набухания;

влажностью на пределе усадки w_{sh} — влажностью грунта в момент резкого уменьшения усадки;

относительной деформацией усадки ε_{sh} — относительным объемным или линейным уменьшением размера образца при испарении из него влаги.

При инженерно-геологических изысканиях под свайные фундаменты с опиранием свай на ненабухающие грунты (сваи-стойки) и при соответствующей записи в техническом задании допускается не определять указанные специфические свойства набухающих грунтов.

5.1.3 Набухаемость грунтов зависит от многих факторов — минерального, гранулометрического и химического состава грунта, природной влажности и плотности сложения, состава и концентрации взаимодействующего с грунтом раствора, величины внешнего давления на грунт — и проявляется обычно при содержании глинистых частиц в количестве более 40—60%, плотности — более 1,5—1,7 г/см^3, влажности — менее 0,20—0,30.

При нарушении природного сложения набухающего грунта (например, при использовании его в качестве грунта обратной засыпки) величина свободного набухания может увеличиваться до 1,5—2,0 раз.

Набухаемость проявляется также у некоторых видов шлаков (например, шлаков электроплавильных производств) и у обычных пылевато-глинистых грунтов (ненабухающих при водонасыщении), если они замачиваются химическими стоками или технологическими растворами различных производств (особенно, растворами солей, кислот, щелочей).

5.1.4 При проведении инженерно-геологических изысканий в районах распространения набухающих грунтов следует дополнительно устанавливать:

генезис, распространение и условия залегания набухающих грунтов, их приуроченность к определенным геоморфологическим элементам и формам рельефа;

мощность набухающих грунтов и ее изменения по площади;

наличие внешних признаков проявления набухания (усадки) грунтов — полигональная сеть трещин на поверхности стенок котлованов и выемок, блоковые отдельности в откосах и на склонах, усадочные трещины (величина их раскрытия, глубина и направление распространения), наличие суффозионного выноса глинистых частиц вблизи раскрытых трещин, вспучивание дна котлованов;

мощность зоны трещиноватости;

минеральный, гранулометрический и химический состав грунта, а также химический состав и концентрацию взаимодействующего с грунтом раствора (если это имеет место);

особенности структуры и текстуры грунтов (слоистость, трещиноватость, агрегированность и пр.);

специфические характеристики набухающих грунтов (относительная деформация набухания — свободного и под нагрузкой, влажность грунта после набухания, давление набухания, линейная и объемная усадка грунта, влажность на пределе усадки) и изменения этих характеристик по простиранию и глубине, а также после взаимодействия с техногенными растворами;

оценку степени развития процесса набухания;

деформационные и прочностные характеристики грунтов при полном водонасыщении и природной влажности (с учетом состава и концентрации взаимодействующего раствора);

наличие и характер деформаций зданий и сооружений, обусловленных набуханием и (или) усадкой грунтов;

оценку изменения свойств набухающих грунтов при строительстве и эксплуатации объектов;

рекомендации по учету основных особенностей набухающих грунтов при освоении территории и проектировании объектов строительства.

При необходимости следует определять: горизонтальное давление при набухании; сопротивление срезу после набухания без нагрузки и при заданных нагрузках; модуль деформации после набухания без нагрузки и под заданными нагрузками; набухание грунтов в растворах, соответствующих по составу производственным стокам проектируемых предприятий, набухание предварительно высушенных образцов.

5.1.5 Предварительную оценку нормативных значений относительной деформации набухания ε_{sw} грунтов в зависимости от их плотности и влажности и величину давления набухания p_{sw} в зависимости от величины свободного набухания при инженерно-геологических изысканиях для сооружений I и II уровня ответственности, а также окончательную их оценку для сооружений III уровня ответственности допускается выполнять в соответствии с приложением В.

5.2 Состав инженерно-геологических изысканий. Дополнительные технические требования

5.2.1 Состав инженерно-геологических изысканий в районах развития набухающих грунтов и общие технические требования к выполнению отдельных видов работ и комплексных исследований следует устанавливать в соответствии с разделом 5 СП 11-105 (части I) и настоящим Сводом правил.

5.2.2 Сбору и обработке подлежат материалы изысканий прошлых лет и другие данные об инженерно-геологических и гидрогеологических условиях исследуемого района, в том числе:

сведения об условиях распространения и залегания набухающих грунтов, гидрогеологических и геоморфологических условиях территории (с выделением участков интенсивного увлажнения, а также участков, подвергающихся увлажнению — высушиванию вследствие природных или

техногенных колебаний уровней подземных вод), составе и свойствах грунтов;

сведения и данные о развитии и внешних проявлениях набухания (усадки) грунтов — наличие сети трещин усадки на поверхности стенок котлованов и выемок, блоковые отдельности в откосах и на склонах, следы суффозионного выноса глинистых частиц вблизи раскрытых трещин, вспучивание дна котлованов;

сведения и данные об опыте строительства на набухающих грунтах в разных условиях их залегания; об источниках естественного и искусственного обводнения толщ набухающих грунтов (включая утечки из водонесущих коммуникаций); о состоянии и характере деформаций существующих зданий и сооружений на исследуемой территории.

По результатам сбора и обработки литературных и фондовых материалов рекомендуется составлять схематические карты распространения набухающих грунтов с выделением (по возможности) территорий с предположительно различными по степени набухания разновидностями грунтов.

Если между окончанием изысканий и началом проектирования разрыв во времени составляет более двух лет, возможность использования материалов изысканий прошлых лет требует специального изучения и анализа в связи с возможными изменениями в этот период состояния и свойств набухающих грунтов под воздействием различных факторов, в том числе техногенных. Состав и объем дополнительных изыскательских работ по уточнению материалов инженерно-геологических изысканий в связи с давностью их получения следует устанавливать в результате анализа этих материалов и рекогносцировочного обследования исследуемой территории.

5.2.3 При маршрутных наблюдениях в процессе рекогносцировочного обследования и инженерно-геологической съемки следует фиксировать признаки набухания грунтов, которые проявляются, главным образом, в виде сети трещин на поверхности естественных обнажений и искусственных выемок (стенки котлованов, откосы, вспучивание дна котлованов и пр.). При этом следует определять величину раскрытия, глубину и направление распространения усадочных трещин.

При описании набухающих грунтов в естественных обнажениях и искусственных выемках следует отмечать: цвет и характер его изменения, слоистость, трещиноватость, структурные особенности, характер контактов между отдельными слоями грунтов.

В процессе маршрутных наблюдений следует отмечать выходы источников подземных вод, заболоченность, глубину стояния воды в колодцах в паводки и межень с целью установления распространения, глубины положения зеркала подземных вод и колебаний уровней.

При обследовании состояния существующих зданий и сооружений, деформированных в результате набухания грунтов, следует собирать сведения, характеризующие: конструкцию сооружения; характер вертикальной планировки; систему и состояние ливневой канализации и водонесущих инженерных сетей; экранирование поверхности территории; мероприятия, осуществленные при строительстве для предупреждения набухания; характер и величину деформаций грунтов; зависимость этих деформаций от типа зданий, их этажность и нагрузки на фундаменты; источники замачивания грунта (удаленность, продолжительность и режим замачивания).

5.2.4 Проходка горных выработок в толщах набухающих грунтов должна обеспечивать возможность выявления и описания структурных и текстурных особенностей грунтов, в естественных условиях залегания.

Отбор монолитов грунтов из скважин рекомендуется осуществлять обуривающим способом с предварительной зачисткой забоя скважины.

Для детального изучения строения толщи набухающих грунтов, повышения качества отбора монолитов и надежности характеристик грунтов, определяемых при лабораторных исследованиях, рекомендуется проходка части горных выработок в виде шурфов или дудок, а также расчисток естественных обнажений и искусственных выемок.

Размещение и количество горных выработок определяется требуемой детальностью изучения инженерно-геологических условий исследуемой территории на соответствующем этапе (стадии) разработки предпроектной и проектной документации.

5.2.5 Геофизические исследования, рекомендуемые к применению для изучения толщ набухающих грунтов и происходящих в них процессов, включают, как правило, различные виды электроразведки.

Состав геофизических исследований, объемы работ (сеть, количество точек), тип и размеры применяемых установок следует устанавливать в программе изысканий, исходя из детальности изучения инженерно-геологических условий на соответствующем этапе (стадии) проектирования и особенностей геоэлектрического разреза.

Электроразведочные методы следует применять для выявления и оконтуривания участков утечек воды из подземных коммуникаций при расположении объекта строительства на застроенной территории или в непосредственной близости от нее.

На участках опытных котлованов с замачиванием набухающих грунтов и пунктах испытаний грунтов штампами с длительным замачиванием для определения контура замачивания по площади и по глубине, а также оценки характера его изменения во времени, рекомендуется применять метод вертикального электрического зондирования с охватом прилегающей территории на расстояние не менее двукратной величины мощности набухающей толщи.

5.2.6 Из полевых методов исследований свойств грунтов рекомендуется использовать статическое зондирование и замачивание грунтов в опытных котлованах.

Статическое зондирование грунтов рекомендуется применять для расчленения толщи набухающих грунтов на отдельные слои, характеризующиеся различной прочностью и плотностью и для оценки пространственной изменчивости свойств набухающих грунтов.

5.2.7 Замачивание толщ набухающих грунтов в опытных котлованах рекомендуется проводить на вновь осваиваемых малоизученных территориях массовой застройки при необходимости уточнения относительной деформации набухания при различных давлениях.

Опытные котлованы, в которых предусматривается длительное (в течение 2—3 месяцев) замачивание грунтов, следует сооружать с размерами сторон не менее 8×8 м, с устройством глубинных и поверхностных марок и дренирующих скважин.

Глубинные марки следует закладывать в центре котлована через 1—1,5 м по глубине, на глубину до 5—8 м, поверхностные — по двум взаимно перпендикулярным поперечникам, через 1—2 м в котловане и на расстоянии до 10—15 м за его пределами.

Для уменьшения времени замачивания массива грунта рекомендуется устраивать дренирующие скважины глубиной до 5—6 м, с заполнением их щебнем или крупным песком.

В процессе опытного замачивания следует фиксировать количество заливаемой воды и подъем глубинных и поверхностных марок во времени по результатам их нивелировки, которую следует производить ежедневно в течение первой недели, два раза в неделю — в последующие две недели и далее — один раз в неделю до достижения условной стабилизации процесса набухания.

При замачивании набухающих грунтов рекомендуется определять границы замачивания грунта в плане и по глубине.

После завершения замачивания грунтов следует определять продолжительность проявления набухания (в сутках) и скорость ее развития (см/сутки).

Испытания по замачиванию толщ набухающих грунтов в опытных котлованах рекомендуется выполнять по дополнительно разработанной программе с привлечением специализированной проектной организации, разрабатывающей проект объекта строительства, а при необходимости (значительной неоднородности толщ набухающих грунтов) и специализированной научно-исследовательской организации.

Для наиболее ответственных сооружений рекомендуется проводить испытания опытных фундаментов при обосновании в программе изысканий.

5.2.8 Гидрогеологические исследования при инженерно-геологических изысканиях следует выполнять для определения в полевых условиях водопроницаемости набухающих грунтов в зоне аэрации с целью установления их фильтрационных свойств. Опытно-фильтрационные работы следует осуществлять в соответствии с ГОСТ 23278 методом налива воды в шурф (с двухкольцевым инфильтрометром) на небольших глубинах (до 5—6 м) или наливом воды в скважины (на больших глубинах).

5.2.9 Стационарные наблюдения в районах развития толщ набухающих грунтов рекомендуется осуществлять за режимом подземных вод и за динамикой изменения влажности набухающих грунтов и за их набуханием (усадкой).

Наблюдения за режимом подземных вод следует выполнять в соответствии с рекомендациями по их проведению в обычных условиях с учетом необходимости размещения наблюдательных пунктов на участках существующих техногенных источников замачивания грунтов, а также вблизи водонесущих коммуникаций и проектируемых зданий и сооружений с мокрым технологическим процессом.

Наблюдения за динамикой изменения влажности набухающих грунтов в зоне аэрации (по глубине и во времени) на характерных участках инфильтрации поверхностных вод, вблизи размещения наиболее ответственных зданий и сооружений повышенного уровня ответственности выполняются геофизическими методами и определением влажности в лабораторных условиях по образцам грунтов, отбираемых в различные сезоны года из специально пробуренных для этих целей скважин.

Наблюдения за набуханием (усадкой) грунтов геодезическими методами, с применением поверхностных и глубинных марок выполняются в период строительства и эксплуатации зданий и сооружений.

5.2.10 При лабораторных исследованиях набухающих грунтов, помимо определения физико-механических свойств (природной влажности, плотности, границ текучести и раскатывания, деформируемости, прочности), следует выполнять определения емкости поглощения и состава обменных катионов грунтов, химического состава и концентрации раствора, взаимодействующего с грунтом, а также специфических свойств (по ГОСТ 24143): давления набухания p_{sw}, влажности набухания w_{sw}, относительной деформации набухания при заданных давлениях (в том числе при p=0) ε_{sw}, относительной деформации усадки ε_{sh}, влажности на пределе усадки w_{sh}, при необходимости — горизонтального давления набухания.

Относительную деформацию набухания следует устанавливать испытаниями по схемам «одной кривой» (набухание образцов при замачивании после стабилизации осадки от заданных нагрузок), «двух кривых» (компрессионные испытания двух образцов — природного сложения и влажности и после свободного набухания при замачивании), «обратной кривой» (компрессионное испытание образца с природным сложением и

влажностью и его разгрузка ступенями после свободного набухания при замачивании). Замачивание следует осуществлять подземной водой, отобранной на исследуемой площадке (участке), водной вытяжкой или водой питьевого качества. В случаях, определяемых программой изысканий, допускается применение искусственно приготовленных растворов заданного химического состава, а также испытание грунтов в условиях переменного (циклического) увлажнения и высушивания, или испытания на набухание после высушивания образца.

Проведение испытаний следует осуществлять методами, отвечающими условиям работы грунтов в основании зданий и сооружений. Рекомендуется в качестве основной использовать схему «одной кривой», которая наиболее полно отражает условия набухания грунта в реальной обстановке.

При сопоставлении величин свободного набухания, полученных различными методами, при отсутствии результатов параллельных испытаний допускается использовать следующее соотношение: значения ε_{sw}, полученные в приборе Васильева, превышают значения ε_{sw} полученные в компрессионном приборе в 1,5—1,8 раза и значения ε_{sw}, полученные в приборе трехосного сжатия, в 2—2,3 раза.

Деформационные и прочностные (методами одноосного среза и трехосного сжатия) характеристики набухающих грунтов в лабораторных условиях следует определять для грунтов природной влажности и в водонасыщенном состоянии после набухания.

При исключении замачивания и набухания толщи грунтов в процессе строительства и эксплуатации зданий и сооружений следует применять метод консолидированного медленного среза образцов грунтов при природной влажности после предварительного уплотнения заданными вертикальными давлениями (определение максимальных значений показателей прочности при наиболее благоприятных условиях). При возможности замачивания толщи набухающих фунтов следует применять метод консолидированного медленного среза образцов грунтов при полном водонасыщении после предварительного набухания при заданном вертикальном давлении (определение максимальных значений прочностных характеристик водонасыщенных грунтов после завершения набухания).

Прочностные характеристики грунтов в процессе их набухания рекомендуется определять методом неконсолидированного быстрого среза на образцах грунтов, приведенных в водонасыщенное состояние без предварительного уплотнения (минимальные значения прочностных характеристик при водонасыщении в наименее благоприятных условиях).

5.2.11 Составление прогноза набухания грунтов следует выполнять в случаях:

инфильтрации производственных или поверхностных вод (особенно, при локальном замачивании);

нарушения природных условий испарения при застройке и асфальтировании территории (экранирование поверхности) и увеличении влажности грунтов, в том числе при повышении уровня подземных вод;

изменения водно-теплового режима за счет сезонных климатических факторов и воздействия тепловых источников.

5.2.12 При камеральной обработке материалов и составлении технического отчета (заключения) о результатах инженерно-геологических изысканий необходимо дополнительно к требованиям нормативных документов для обычных условий приводить прогноз возможных величин набухания грунтов при предполагаемом напряженном состоянии и устанавливать значения специфических характеристик набухающих грунтов в соответствии с 5.2.10.

5.3 Инженерно-геологические изыскания для разработки предпроектной документации

5.3.1 При инженерно-геологических изысканиях для разработки предпроектной документации в районах распространения набухающих грунтов следует дополнительно к требованиям СП 11-105 (часть I) устанавливать:

распространение и условия залегания набухающих грунтов, их приуроченность к определенным типам рельефа и геоморфологическим элементам;

наличие проявлений набухания, их масштабность (размеры);

геолого-литологическое строение и характерные особенности грунтов, слагающих набухающую толщу;

опыт строительства и эксплуатации существующих объектов на набухающих грунтах.

5.3.2 Инженерно-геологические изыскания для разработки предпроектной документации в районах развития набухающих грунтов следует производить с детальностью (в масштабах) инженерно-геологической съемки в соответствии с 6.1—6.7 СП 11-105 (часть I). Инженерно-геологическое картирование исследуемой территории следует осуществлять, как правило, на основе сбора, анализа и обобщения материалов изысканий прошлых лет и использования других сведений об инженерно-геологических и гидрогеологических условиях района (главным образом геолого-съемочных, инженерно-геологических и гидрогеологических съемок различного назначения, находящихся в федеральных и территориальных фондах геологической информации).

При отсутствии или недостаточности собранных материалов следует выполнять рекогносцировочное обследование в составе и объеме, необходимом для получения недостающих сведений и данных или, при обосновании в программе изысканий, инженерно-геологическую съемку площадки в масштабах 1:25000 — 1:10000 и полосы трассы линейных сооружений — в масштабах 1:50000 — 1:25000.

5.3.3 Границы и глубину изучения территории, сложенной толщей набухающих грунтов, рекомендуется устанавливать в соответствии с техническим заданием заказчика, исходя из необходимости охвата толщи набухающих грунтов в пределах основных типов рельефа и геоморфологических элементов, с обследованием характерных участков с внешними проявлениями набухания грунтов.

5.3.4 Характеристику геолого-литологического строения и особенностей грунтов набухающей толщи рекомендуется приводить с учетом 5.2.3, а характеристику состава, состояния и специфических свойств — по собранным и обобщенным материалам с использованием данных приложения В.

Для оценки механических свойств набухающих грунтов рекомендуется использовать региональные таблицы (или региональные корреляционные зависимости между показателями состава и состояния грунтов и характеристиками набухания), если они прошли соответствующее согласование и достоверность их подтверждена местным опытом проектирования и строительства.

5.3.5 В техническом отчете (заключении) дополнительно к сведениям, представляемым в соответствии с 6.17 СП 11-105 (часть I) следует приводить результаты анализа материалов и данных согласно требованиям 5.3.1.

В рекомендациях для проектирования на набухающих грунтах следует приводить оценку влияния процесса набухания на строительные объекты, которая должна учитываться при установлении возможности и целесообразности строительного освоения территории, для выбора района (пункта) размещения объекта строительства и определения характера мероприятий по устранению или ослаблению влияний процесса набухания.

В техническом отчете следует приводить рекомендации по проведению дальнейших инженерно-геологических изысканий и необходимости выполнения специальных работ и исследований.

5.4 Инженерно-геологические изыскания для разработки проекта

5.4.1 При инженерно-геологических изысканиях для проекта в районах распространения набухающих грунтов дополнительно следует устанавливать:

условия распространения, залегания, геолого-литологическое строение, а также мощность толщи набухающих грунтов и ее изменения по площади;

проявления процессов набухания и интенсивность их развития;

особенности структуры и текстуры набухающих грунтов;

состав, состояние и свойства грунтов по выделенным инженерно-геологическим элементам (в том числе специфические характеристики набухающих грунтов согласно 5.1.5);

нормативные и расчетные значения характеристик прочностных и деформационных свойств набухающих грунтов при природной влажности и в водонасыщенном состоянии (по выделенным инженерно-геологическим элементам);

возможные изменения в режиме подземных вод в результате строительного освоения территории, приводящие к замачиванию (или осушению) толщ набухающих грунтов и проявлению набухания (усадки);

характер деформаций существующих зданий и сооружений, вызванных набуханием (усадкой) грунтов в их основании;

рекомендации для учета при проектировании основных особенностей распространения, неоднородности строения и свойств набухающих грунтов, а также рекомендации по проведению последующих изысканий.

5.4.2 Инженерно-геологические изыскания для обоснования проекта предприятий, зданий и сооружений следует производить с детальностью (в масштабах) инженерно-геологической съемки в соответствии с 7.4 СП 11-105 (часть I). инженерно-геологическое картирование исследуемой территории следует осуществлять, как правило, в масштабе 1:5000 — 1:2000.

Детальные крупномасштабные съемки (в масштабе 1:1000) следует предусматривать при сложном строении толщ набухающих грунтов и неоднородности характеристик набухания, при наличии многочисленных внешних проявлений набухания грунтов, для небольших по размерам площадей (до 50 га) и при соответствующем обосновании в программе изысканий.

5.4.3 Границы территории, охватываемой инженерно-геологической съемкой, и глубину изучения толщи набухающих грунтов рекомендуется устанавливать в соответствии с 5.3.3, с учетом имеющихся в непосредственной близости от исследуемой территории участков возможного техногенного воздействия на грунты (существующих и потенциально возможных источников замачивания набухающих толщ) зданий и сооружений, деформированных в результате набухания грунтов.

5.4.4 Лабораторные исследования физико-механических свойств набухающих грунтов следует выполнять в соответствии с 5.2.10 для получения нормативных и расчетных показателей свойств набухающих грунтов. В состав комплекса лабораторных методов рекомендуется включать определения: относительной деформации набухания при заданных давлениях, в том числе свободного набухания (усадки); давления набухания; влажности набухания (усадки); показателей деформационных и прочностных свойств набухающих грунтов при природной влажности и в водонасыщенном состоянии; коэффициента фильтрации набухающих грунтов зоны аэрации.

В случае использования набухающих грунтов для обратной засыпки, следует определять показатели их набухания при нарушенном сложении.

Дополнительно в лабораторных условиях рекомендуется определять прочностные характеристики в процессе набухания грунтов и набухания высушенных образцов, химический состав грунтов, состав и концентрацию взаимодействующих с грунтами растворов, а также основные характеристики физико-химических свойств грунтов — емкость поглощения, состав обменных катионов.

Испытания набухающих грунтов штампами следует выполнять для определения значений относительной деформации набухания при различных давлениях и модулей деформации грунтов при природной влажности и в водонасыщенном состоянии. Испытания штампами каждого выделенного инженерно-геологического элемента в пределах исследуемой толщи набухающих грунтов следует осуществлять не менее чем в двух точках.

Определение водопроницаемости (коэффициента фильтрации) набухающих грунтов в зоне аэрации рекомендуется производить в соответствии с 5.2.8 не менее чем в трех пунктах по каждому из выделенных инженерно-геологических элементов.

5.4.5 При проведении изысканий на вновь осваиваемых и малоизученных территориях массовой застройки (городов, поселков, крупных предприятий и т. п.) и при необходимости уточнения величины относительной деформации набухания при заданном давлении рекомендуется предусматривать проведение испытаний с замачиванием набухающих грунтов в опытных котлованах согласно 5.2.7. Опытный котлован следует располагать в местах с возможным максимальным набуханием грунтов.

5.4.6 Оценку возможных изменений в уровенном режиме подземных вод на исследуемой территории следует осуществлять с использованием материалов изысканий и исследований прошлых лет (результаты наблюдений государственной стационарной сети за возможными естественными сезонными и многолетними колебаниями уровня подземных вод в районе изысканий) с учетом степени потенциальной подтопляемости территории. Если в соответствии с этой оценкой (или иными обоснованными предположениями, в частности, по объектам-аналогам) в период строительства или эксплуатации зданий и сооружений возможно замачивание толщи набухающих грунтов подземными, в том числе техногенными водами (и формирование верховодки), то рекомендуется создавать на этой территории стационарную сеть для наблюдений за режимом подземных вод с продолжением этих наблюдений на последующих этапах изысканий.

5.4.7 В техническом отчете (заключении) о результатах инженерно-геологических изысканий, выполненных в районах развития набухающих грунтов, следует дополнительно к требованиям СП 11-105 (часть I) приводить результаты исследований, установленные 5.4.1.

Графическая часть технического отчета должна дополнительно содержать:

графики значений относительной деформации набухания грунтов при различных заданных давлениях;

листы обработки результатов замачивания набухающих грунтов в опытном котловане (если оно проводилось): графики суточного и общего расхода воды и подъема глубинных и поверхностных марок во времени; графики набухания отдельных слоев грунтов по глубине, а также линии равных значений подъема поверхности грунта в пределах опытного котлована и за его пределами и поперечные профили подъема поверхности грунта.

При необходимости в технический отчет следует помещать и другие материалы обработки результатов изысканий, отражающие специфические особенности и особые свойства набухающих грунтов, если они представляют интерес для их комплексной оценки и использования при проектировании.

5.5 Инженерно-геологические изыскания для разработки рабочей документации, а также в период строительства и эксплуатации зданий и сооружений

5.5.1 При инженерно-геологических изысканиях для разработки рабочей документации в районах распространения набухающих грунтов дополнительно к изысканиям для разработки проекта приводится уточненная характеристика инженерно-геологических условий на участках расположения отдельных зданий и сооружений или их группы, с учетом правил 5.1.3—5.1.5.

5.5.2 В пределах площадки строительства и непосредственно прилегающей к ней территории рекомендуется проводить инженерно-геологическое обследование с целью выявления возможных изменений в отмеченных ранее поверхностных проявлениях набухания грунтов, происшедших за время после выполнения предшествующих изысканий, и выявления техногенных факторов (источников потерь вод из подземных коммуникаций, водоемов и др.), которые могут оказать влияние на развитие процессов набухания на исследуемой площадке.

5.5.3 Горные выработки следует размещать в соответствии с 8.3 и 8.4 СП 11-105 (часть I), принимая минимальные расстояния из указанного в табл. 8.1 диапазона.

Максимальные расстояния между горными выработками (до 50 м) следует принимать под группу малоэтажных зданий и сооружений пониженного уровня ответственности (парники, теплицы, летние павильоны, небольшие склады и т.п.) с расположением выработок по углам участка, в пределах которого они размещаются.

5.5.4 Бурение скважин должно обеспечивать проходку толщи набухающих грунтов в пределах сжимаемой зоны, но не менее, чем до глубины, где величина суммарного вертикального напряжения от собственного веса грунта и дополнительного от сооружения превышает давление набухания.

Для детального изучения строения набухающей толщи и опробования выделенных слоев грунтов в пределах контуров проектируемых зданий и сооружений повышенного и нормального уровней ответственности следует проходить один-два шурфа с их размещением в местах с предполагаемыми резкими изменениями состава, состояния и свойств набухающих грунтов.

5.5.5 Опробование толщ набухающих грунтов (отбор монолитов и образцов грунтов) для определения их свойств в лабораторных условиях следует осуществлять применительно к выделенным ранее в пределах исследуемой толщи инженерно-геологическим элементам.

Отбор монолитов и образцов грунтов следует производить из горных выработок, проходимых на участках размещения отдельных зданий и сооружений или их группы в соответствии с 8.19 СП 11-105 (часть I) для определения характеристик свойств грунтов для каждого инженерно-геологического элемента (с учетом определений на предшествующих этапах изысканий).

5.5.6 Состав и методы определений характеристик набухающих грунтов при лабораторных и полевых исследованиях их свойств следует устанавливать в соответствии с 5.2.6 и 5.2.10 в зависимости от уровня ответственности зданий и сооружений, ожидаемого повышения влажности набухающих грунтов, состава взаимодействующего с грунтами раствора, возможности циклической смены процессов набухания и усадки.

5.5.7 Для зданий и сооружений повышенного уровня ответственности (промышленных и многоэтажных гражданских зданий и др.), а также при наличии в набухающих грунтах включений обломочного материала — гравия и гальки, для уточнения полученных лабораторными методами значений показателей прочностных и деформационных свойств рекомендуется определять их в полевых условиях при природной влажности и при полном водонасыщении (не менее трех испытаний для каждого инженерно-геологического элемента в пределах сжимаемой толщи основания, сложенного набухающими грунтами).

Лабораторные определения относительной деформации набухания грунта при полном водонасыщении следует осуществлять, согласно 5.2.10, в пределах сжимаемой толщи основания при фактическом напряжении на глубине испытаний.

5.5.8 Для проектирования свайных фундаментов зданий и сооружений повышенного уровня ответственности в средне- и сильнонабухающих грунтах следует проводить испытания натурных свай статическими нагрузками с замачиванием; пункты испытаний следует размещать за пределами участков проектируемых зданий и сооружений (на расстоянии не менее полуторной толщины слоя набухающих грунтов от их контуров) в местах с аналогичными грунтовыми условиями.

Определение мест проведения опытных испытаний натурных свай (в особенности с длительным площадным замачиванием), количества испытаний, а также методов погружения (или устройства) свай следует обосновывать в дополнительной программе испытаний.

Составление программы испытаний рекомендуется осуществлять совместно изыскательской и проектной организацией, разрабатывающей проект свайных фундаментов зданий и сооружений, с участием строительной организации, которая будет осуществлять их строительства, а также с привлечением при необходимости (значительной неоднородности толщ набухающих грунтов и отсутствия соответствующего опыта в аналогичных условиях) специализированной научно-исследовательской организации.

5.5.9 Для определения возможных изменений режима и колебаний уровня подземных вод в процессе строительства и эксплуатации проектируемых и существующих зданий и сооружений следует использовать:

результаты стационарных наблюдений за подземными водами по сети наблюдательных скважин, созданной на предшествующем этапе изысканий;

данные разовых замеров уровней подземных вод в горных выработках, пройденных под отдельные здания и сооружения с определением возможной величины повышения (понижения) уровня подземных вод аналитическими расчетами или математическим и/или аналоговым моде-лированием.

Стационарные наблюдения на существующей сети следует продолжать в период строительства и эксплуатации проектируемых и существующих зданий и сооружений (рекомендуемая продолжительность наблюдений на застроенной территории составляет 3—5 и более лет). Сгущение пунктов сети рекомендуется осуществлять вблизи проектируемых зданий и сооружений с мокрым технологическим процессом и водонесущими коммуникациями, а также на участках размещения наиболее ответственных зданий и сооружений с целью контроля за подъемом уровня подземных вод, своевременного устранения утечек из водонесущих коммуникаций и т.д. Если режимная сеть не создана, ее устройство следует предусмотреть в проекте строительства объекта.

5.5.10 В техническом отчете (заключении) об инженерно-геологических изысканиях следует приводить данные и материалы (с учетом результатов изысканий на предшествующем этапе) аналогичные указанным в 5.4.7 применительно к участкам отдельных зданий и сооружений или их групп.

В техническом отчете следует дать оценку возможности изменения режима подземных вод в процессе эксплуатации проектируемых и существующих зданий и сооружений по результатам стационарных наблюдений, с учетом данных математического и (или) аналогового моделирования и привести прогноз набухания грунтов основания зданий и сооружений.

6 ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗЫСКАНИЯ В РАЙОНАХ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ОРГАНО-МИНЕРАЛЬНЫХ И ОРГАНИЧЕСКИХ ГРУНТОВ

6.1 Общие положения

6.1.1 К органоминеральным и органическим грунтам следует относить илы, сапропели, торфы и заторфованные грунты (ГОСТ 25100).

Ил — водонасыщенный современный осадок преимущественно морских акваторий в начальной стадии своего формирования, содержащий органическое вещество в виде растительных остатков и гумуса. Содержание органических веществ в илах, как правило, менее 10%. Обычно илы имеют коэффициент пористости $e \geq 0,9$—$1,5$ (величина e возрастает от супесчаных к глинистым разновидностям), влажность $w > 0,7$—$0,8$, текучую консистенцию $I_L > 1$, содержание частиц мельче 0,01 мм составляет 30—50% по массе.

Сапропель — пресноводный ил, образовавшийся на дне застойных водоемов из продуктов распада растительных и животных организмов и содержащий более 10% (по массе) органического вещества в виде гумуса и растительных остатков. Сапропель имеет коэффициент пористости $e > 3$, как правило, текучую консистенцию $I_L > 1$, высокую дисперсность — содержание частиц крупнее 0,25 мм обычно не превышает 5% по массе. Сапропели следует различать по степени минерализации, прямо связанной с проточностью водоема.

Торф — органический грунт, образовавшийся в результате естественного отмирания и неполного разложения болотных растений в условиях повышенной влажности при недостатке кислорода и содержащий 50% (по массе) и более органических веществ. Торфы, образовавшиеся в водоемах, подстилаются слоем озерных отложений различной мощности; торфы, образовавшиеся в результате заболачивания вследствие избыточного увлажнения, залегают на минеральном основании различного литологического состава. При перерыве процесса торфонакопления торфяные залежи могут быть перекрыты другими отложениями; в этих случаях торфы называются погребенными.

Следует различать торфы верхового типа, образующиеся в условиях бедного минерального питания при увлажнении поверхности в основном атмосферными осадками, и низинные, — образующиеся при богатом минеральном питании.

Грунт заторфованный — песок и глинистый грунт, содержащий в своем составе в сухой навеске от 10 до 50% (по массе) торфа. По величине относительного содержания органического вещества (I_r, д.е.) глинистые грунты следует подразделять на слабозаторфованные — $0,1 < I_r \leq 0,25$, среднезаторфованные — $0,25 < I_r \leq 0,40$ и сильнозаторфованные — $0,40 < I_r \leq 0,50$. Кроме того выделяются грунты с примесью органических веществ: глинистые $0,05 \leq I_r < 0,1$; пески $0,1 \leq I_r \leq 0,3$.

На территории Российской Федерации органоминеральные грунты распределены неравномерно, а занятая ими площадь в регионах составляет (в млн. га): Западная Сибирь — 34,1, Северо-Запад — 8,9, Дальний Восток — 5,7, Восточная Сибирь — 3,1, Урал — 2,7, Центр — 1,4. В остальных регионах она колеблется от 0,04 до 0,5 млн.га. Морские илы развиты в прибрежной части Черного, Азовского и Каспийского морей и в приморских районах Дальнего Востока.

6.1.2 Органоминеральные и органические грунты следует подразделять на виды и разновидности в соответствии с таблицей 6.1.

Торфы при визуальном описании дополнительно следует подразделять по типу болот на верховые, переходные, низинные; по происхождению неразложившихся остатков — на лесные, лесо-топяные, топяные (древесные, травяные, моховые); по структуре (текстуре) на зернистые, войлочные, губчатые.

При описании сапропелей следует дополнительно отмечать их разновидность по составу: известковистые, кремнеземистые, детритовые.

6.1.3 К специфическим особенностям органоминеральных и органических грунтов относятся:

высокая пористость и влажность;

малая прочность и большая сжимаемость с длительной консолидацией при уплотнении;

высокая гидрофильность и низкая водоотдача;

существенное изменение деформационных, прочностных и фильтрационных свойств при нарушении их естественного сложения, а также под воздействием динамических и статических нагрузок;

анизотропия прочностных, деформационных и фильтрационных характеристик;

склонность к разжижению и тиксотропному разупрочнению при динамических воздействиях;

наличие ярко выраженных реологических свойств;

проявление усадки с образованием усадочных трещин в процессе высыхания (осушения);

разложение растительных остатков в зоне аэрации;

наличие природного газа (метана);

повышенная агрессивность к бетонам и коррозионная активность к металлическим конструкциям.

Эти особенности позволяют считать рассматриваемые грунты малопригодными для строительства на них различных сооружений.

6.1.4 Органоминеральные и органические грунты могут использоваться в качестве основания сооружений, как правило, только после инженерной подготовки, которая может осуществляться двумя способами:

предварительного осушения открытыми канавами или дренами, что позволяет за период 6—12 месяцев уплотнить основание на 20 — 25 %;

предварительного уплотнения грунтов временной или постоянной пригрузкой основания

Таблица 6.1

Тип грунта	Вид грунта	Разновидность грунта	Относительное содержание органических веществ I_r, д.е.	Коэффициент пористости при полной влагоемкости e_n	Предельное сопротивление срезу* t, 10^5 Па	Содержание частиц размером более 0,25 мм, %	Полная влагоемкость W_{sat}, д.е.	Степень разложения торфа $D_ф$, д.е.
Органо-минеральный	Илы	Глинистые	<0,10	>1,5	>0,05	<5	>0,60	—
		Суглинистые	<0,10	>1,0	>0,10	<5	>0,35	—
		Супесчаные	<0,10	>0,9	>0,15	<5	>0,30	—
	Сапропели	Слабоминеральный	>0,50	>10	<0,03	30	>5,0	—
		Среднеминеральный	0,30—0,50	6—10	<0,05	20—30	3,0—5,0	—
		Минеральный	0,10—0,30	<6	>0,05	20	1,8—3,0	—
	Заторфованные грунты	Сильнозаторфованные	0,40—0,50	5—6	>0,08	<5	3,0—4,0	—
		Среднезаторфованные	0,25—0,40	4—5	>0,08	<5	2,0—3,0	—
		Слабозаторфованные	0,10—0,25	<4	>0,08	<5	<2,0	—
Органический	Торф	Слаборазложившийся	>0,50	>18	>0,05	>70	>12,0	<0,20
		Среднеразложившийся	>0,50	12—18	>0,05	50—70	8,0—12,0	0,20—0,45
		Сильноразложившийся	>0,50	6—12	>0,05	0—50	4,0—8,0	>0,45

* По крыльчатке при вращательном срезе.

сооружения или всей площадки строительства насыпным (намывным) грунтом или другим материалом (с устройством фильтрующего слоя или дрен для ускорения процесса консолидации основания).

При выполнении лабораторных испытаний рекомендуется моделировать условия указанной инженерной подготовки.

При использовании органических и органоминеральных грунтов в качестве основания сооружений следует в соответствии с заданием заказчика выполнять инженерно-геологические изыскания до и после создания сооружения (насыпного или намывного массива грунтов).

6.1.5 При инженерно-геологических изысканиях для строительства в районах развития органоминеральных и органических грунтов должны быть получены материалы для:

оценки целесообразности сохранения указанных типов грунтов в качестве основания сооружений или необходимости их удаления, замены или прорезки сваями на полную мощность;

принятия проектных решений по инженерной подготовке площадки и благоустройству прилегающей территории;

выбора типа основания, обеспечивающего эксплуатационную надежность зданий и сооружений с учетом ожидаемых изменений инженерно-геологических условий на застраиваемой территории;

определения объема и технологии выполнения работ, необходимых для осуществления намеченных мероприятий.

6.1.6 Необходимо учитывать опыт проектно-изыскательских работ в районах распространения органоминеральных и органических грунтов, в соответствии с которым основными причинами деформаций зданий и сооружений являются:

недостаточная изученность рельефа минерального дна и свойств слагающих его отложений, которые могут характеризоваться низкими прочностными и деформационными показателями;

недостаточная изученность свойств слоистой толщи органоминеральных и органических грунтов и их изменчивости по глубине;

существенные различия в значениях показателей свойств грунтов, определяемых на образцах в лаборатории и в массиве;

недостаточная изученность консолидационных и реологических характеристик грунтов, а также особенностей процесса их уплотнения во времени;

неучет изменений порового давления в процессе испытаний;

отсутствие данных о прочностных характеристиках при динамических воздействиях;

отсутствие надежных количественных рекомендаций по повышению плотности и несущей способности грунтов путем предварительного осушения или иных мероприятий.

6.1.7 При проведении изысканий следует отдавать предпочтение полевым методам исследования грунтов в массиве (геофизические, зондирование), учитывая специфические свойства органоминеральных и органических грунтов, особые условия их залегания и трудности отбора образцов без нарушения природного сложения. Необходимо особое внимание уделять исследованиям содержания в грунтах органических веществ, определению профиля минерального дна и свойств слагающих его грунтов.

6.2 Состав инженерно-геологических изысканий. Дополнительные технические требования

6.2.1 Состав инженерно-геологических изысканий в районах развития органоминеральных и органических грунтов и общие технические требования к выполнению отдельных видов работ и комплексных исследований следует устанавливать в соответствии с разделом 5 СП 11-105 (часть I).

В настоящем подразделе изложены дополнительные технические требования к выполнению отдельных видов работ и комплексных исследований, связанные с особенностями органоминеральных и органических грунтов.

6.2.2 Сбор, анализ и обобщение материалов изысканий прошлых лет должны быть направлены на получение сведений об инженерно-геологических, геоморфологических и гидрогеологических условиях, определяющих образование и развитие органоминеральных и органических грунтов, условиях их залегания и распространения, составе, водопроницаемости и мощности подстилающих и покрывающих (при их наличии) пород, условиях поверхностного стока и дренирования грунтов, а также о деформациях существующих зданий и сооружений, обусловленных особыми свойствами рассматриваемого типа отложений.

Особое внимание необходимо уделять изучению истории геологического развития территории в четвертичный период, анализу палеогеографических данных и установлению количества и характера фаз оледенений, с которыми может быть связано наличие погребенных торфов и других органоминеральных отложений.

При сборе материалов следует привлекать данные по районам-аналогам, в которых имеется опыт строительства на аналогичных типах грунтов.

Необходимо также обобщать сведения о факторах техногенного воздействия, вызывающих повышение уровня грунтовых вод и заболачивание территории.

6.2.3 Дешифрирование аэрокосмических материалов (космических снимков, аэроснимков разных масштабов, аэрофотосхем и фотокарт) должно проводиться для составления предварительных карт ландшафтного районирования, с выделением таксономических единиц (ландшафтов, фаций, урочищ), связанных с развитием болотных, озерно-болотных и других генетических типов отложений, которые могут быть представлены органоминеральными и органическими грунтами.

Дешифрирование аэрокосмических материалов должно основываться на комплексном учете геоморфологических, геоботанических и других ландшафтных индикаторов, указывающих на возможность развития органоминеральных и органических грунтов (приложение Г).

Составленные карты следует использовать при планировании наземных исследований и направлений опорных маршрутов.

6.2.4 Маршрутные наблюдения при изысканиях в районах развития органоминеральных и органических грунтов выполняются для выявления участков их распространения, определения условий залегания, источников обводнения и общих тенденций развития с целью разработки необходимых мелиоративных мероприятий и инженерной подготовки территории.

При этом необходимо устанавливать:

площади развития отложений болотного, озерного, лагунного, аллювиально-старичного и смешанного генезиса, непосредственно связанных с распространением органоминеральных и органических грунтов;

источники обводнения грунтовой толщи, заболоченные участки, зарастающие лагуны, старицы и пристаричные участки поймы, направления поверхностного и подземного стока;

участки распространения торфяников, мохово-лишайникового напочвенного покрова и других растительных сообществ, указывающих на возможное присутствие органоминеральных и органических грунтов.

Результаты маршрутного обследования отображаются на карте с выделением участков распространения органических и органоминеральных грунтов, в том числе предполагаемых по данным архивных материалов, топографическим планам и аэрофотоснимкам прошлых лет и погребенных в настоящее время под техногенными и другими более поздними отложениями.

6.2.5 Геофизические исследования органоминеральных и органических грунтов выполняются для установления их распространения, мощности, состава и свойств, рельефа поверхности подстилающего минерального дна, а также для выявления органоминеральных и органических грунтов, залегающих под насыпными техногенными и другими более поздними отложениями.

Выбор геофизических методов для решения указанных задач определяется условиями залегания органоминеральных грунтов, их составом и свойствами.

Рекомендуются следующие методы исследований и их модификации:

электроразведка методами электропрофилирования, главным образом, для установления кровли подстилающих минеральных грунтов;

непрерывное сейсмоакустическое профилирование с поверхности акваторий для исследования илов и сапропелей;

непрерывное георадиолокационное профилирование георадарами вдоль профилей, расстояние между которыми выбирается в зависимости от инженерно-геологических условий и детальности исследований;

сейсморазведка методом сейсмического просвечивания для определения состава и свойств торфов и сапропелей в массиве. Сейсмические исследования выполняют методом межскважинного просвечивания с базой наблюдения поперечных волн 3 м и интервалом 0,25 м по глубине до подстилающих минеральных грунтов.

6.2.6 Проходка горных выработок на участках распространения органоминеральных и органических грунтов выполняется для установления их мощности и состава, отбора проб для лабораторных испытаний грунтов (в том числе грунтов минерального основания).

Бурение скважин рекомендуется осуществлять малогабаритными, легко переносимыми буровыми установками (например, УБМ-3) с использованием при необходимости обсадных труб из алюминиевых сплавов, диаметром 110—140 мм. Проходку илов и сапропелей при исследовании их на акватории — с плавсредств — рекомендуется осуществлять задавливаемыми тонкостенными трубками или пробоотборниками. Учитывая, что указанные типы грунтов чувствительны к механическим воздействиям, при проходке следует ориентироваться на использование диаметров 89—127 мм и выполнять все рекомендации по бурению скважин в легко разрушаемых породах (ограничения длины рейса, скорости вращения, давления на забой и др.) без применения промывочной жидкости.

Отбор проб органоминеральных и органических грунтов для лабораторных определений состава и физических свойств следует производить вручную с помощью торфяного бура (например, ТБ-5) с интервалом 0,5—2,0 м. Отбор монолитов для лабораторных испытаний деформационных и прочностных свойств торфов, илов и сапропелей рекомендуется производить специализированными грунтоносами (лопастным грунтоносом ЛГ-6 и т.п.), так как отбор стандартными грунтоносами чрезвычайно затруднен из-за волокнистой структуры слабо разложившихся торфов, текучего состояния илов и сапропелей.

Для сохранения природного сложения органоминеральных и органических грунтов при отборе, часть горных выработок в заторфованных грунтах и торфах следует по возможности проходить шурфами. Монолиты необходимо отбирать в металлические обоймы с жесткими стенками. Размеры образцов должны быть не менее 25××25×25 см

6.2.7 Полевые исследования органоминеральных и органических грунтов являются в ряде случаев единственно возможным способом определения их механических свойств.

Основным видом полевых испытаний следует считать вращательный срез грунта в массиве (по ГОСТ 21719) с помощью четырехлопастной крыльчатки (СК-100 и др) для определения предельного сопротивления срезу τ, которое хорошо согласуется с показателями прочностных и физических свойств грунтов. Сопротивление срезу τ в водонасыщенных органоминеральных и органических грунтах до их уплотнения допускается отождествлять с величиной удельного сцепления c (по методике φ=0), что позволяет вести расчеты несущей способности и устойчивости оснований и откосов по имеющимся расчетным схемам с использованием стандартных программ.

Деформационные свойства органоминеральных и органических грунтов следует определять винтовыми штампами и прессиометрами (преимущественно лопастными).

Статическое зондирование (по ГОСТ 19912) следует применять для исследования показателей свойств и определения мощности толщи органоминеральных и органических грунтов и рельефа минерального дна. Зондирование рекомендуется проводить с помощью портативных пенетрометров (например, П-5, с использованием малогабаритных установок УЗБ-5М-3).

6.2.8 Гидрогеологические исследования выполняются для установления источников обводнения грунтовой толщи, общей тенденции развития болот, получения параметров и характеристик для расчета дренажных и водопонизительных систем, а также для составления прогноза изменения гидрогеологических условий.

Полевые опытно-фильтрационные работы следует выполнять в соответствии с 5.9 СП 11-105 (часть I).

При выполнении изысканий на болотах гидрогеологические исследования рекомендуется дополнять инженерно-гидрометеорологическими наблюдениями.

6.2.9 Стационарные наблюдения организуются при необходимости наблюдения за изменением свойств органоминеральных и органических грунтов в процессе их уплотнения насыпями, при устройстве дренажей и проведении других мелиоративных мероприятий; изменением условий питания, режима, химического состава и агрессивности подземных вод, а также за деформациями ранее построенных зданий и сооружений (при их наличии).

Следует учитывать, что в процессе уплотнения указанных грунтов их прочность может возрастать в 3—4 раза и более, что эффективно и быстро контролируется вращательным срезом крыльчаткой.

Организация и проведение стационарных наблюдений требуют специального обоснования в программе работ

6.2.10 Лабораторные исследования должны включать определения состава, состояния и физико-механических свойств органоминеральных и органических грунтов, а также подстилающих минеральных отложений.

В состав лабораторных исследований должны входить определения. влажности, плотности, гранулометрического состава, пластичности ила, коэффициента фильтрации, содержания органических веществ (по ГОСТ 23740), степени разложения, зольности, содержания карбонатов, состава и содержания водорастворимых солей, угла естественного откоса песков, показателей консолидации и ползучести, прочностных и деформационных свойств грунтов, а также определения агрессивности и коррозионной активности подземных и поверхностных вод.

Исследование деформационных и прочностных свойств грунтов следует осуществлять, главным образом, методом трехосного сжатия с учетом напряженного состояния грунта на глубине отбора, с измерением порового давления. При необходимости, обоснованной в программе изысканий, испытания могут проводиться с использованием вибростабилометров.

При проведении испытаний методами компрессионного сжатия и одноплоскостного среза рекомендуется несколько модифицировать приборы, снабдив их более тонкими гибкими тросами и облегчив подвижные трущиеся детали.

Коэффициент фильтрации следует определять при различных значениях пористости для получения данных, необходимых для расчета консолидации грунтов.

Исследования реологических свойств грунтов следует проводить с помощью длительных испытаний методом трехосного сжатия по дополнительной программе.

Лабораторные испытания рекомендуется производить в лабораториях, организованных в экспедиционных условиях, поскольку органо-минеральные и органические грунты не подлежат дальним перевозкам и длительному хранению (склонны к самопроизвольному уплотнению даже в запарафинированном виде).

6.2.11 Камеральная обработка материалов изысканий должна производиться в период проведения полевых работ (с целью своевременной корректировки методики исследований и необходимой их детализации) и в заключительный период, после завершения лабораторных испытаний и полевых опытных работ.

Технический отчёт должен отражать результаты выполненных работ согласно 6.14 СНиП 11-02, а также рекомендации по устройству фундаментов с учетом имеющегося опыта строительства.

Нормативные и расчетные значения прочностных и деформационных свойств органоминеральных и органических грунтов следует устанавливать с учетом их возможного уплотнения и осушения при инженерной подготовке территории, строительстве и эксплуатации зданий и сооружений.

6.3 Инженерно-геологические изыскания для разработки предпроектной документации

6.3.1 При инженерно-геологических изысканиях в районах развития органоминеральных и органических грунтов на этапе разработки предпроектной документации должны быть установлены:

распространение, генезис, условия залегания, мощность, содержание органических веществ, состав и состояние грунтов, степень разложения и зольность торфов и заторфованных грунтов;

гидрогеологические и геоморфологические условия исследуемой территории, тип болот (верховой, переходный, низинный), источники водного питания толщи органоминеральных и органических грунтов, обводненность отдельных участков;

рельеф поверхности минерального дна, его уклон, состав и свойства подстилающих и перекрывающих минеральных грунтов;

наличие озер и сплавин, выходов родников, меандрирующих русел, общие тенденции развития болот (деградация или прогрессирующее заболачивание)

6.3.2 При проведении изысканий на этапе разработки предпроектной документации исходные данные о наличии органоминеральных и органических грунтов, особенностях их распространения и специфических свойствах рекомендуется обеспечивать путем сбора и обобщения имеющихся материалов изысканий и исследований прошлых лет, дешифрирования аэрокосмических материалов и изучения опыта строительства в данном регионе.

Обобщенные значения характеристик торфов и заторфованных грунтов приведены в приложении Г.

При сборе графических материалов необходимо проанализировать имеющиеся на данную территорию карты (геологическую, четвертичных отложений, геоморфологическую, гидрогеологическую, ландшафтную), отражающие распространение и состав болотных, озерных, лагунных отложений и сопряженных с ними компонентов ландшафта (литогенной основы, рельефа, растительности), а также погребенных слабых грунтов различного генезиса.

При дешифрировании рекомендуется использовать крупномасштабные черно-белые и (или) спектрозональные космоснимки (КС), позволяющие достаточно надежно идентифицировать заболоченные пространства различных типов, а также аэрофотоснимки стандартных масштабов для детализации изображения.

На основе сбора материалов и дешифрирования аэрокосмоматериалов следует составлять предварительную инженерно-геологическую карту территории (или трасс линейных сооружений) масштабов 1:10000 — 1:50000 с указанием участков возможного распространения органоминеральных и органических грунтов.

6.3.3 При изысканиях для предпроектной документации маршрутные наблюдения при рекогносцировочном обследовании или инженерно-геологической съемке следует выполнять в соответствии с 6.2.4. При инженерно-геологической съемке масштабов 1:50000 — 1.25000 наземное обследование и картирование участков развития органоминеральных и органических грунтов следует проводить в более крупных масштабах (1:10000 —1:5000). Границы съемки следует устанавливать с учетом необходимости изучения гидрогеологических условий в пределах внешних гидродинамических границ (областей питания и разгрузки подземных вод, особенностей поверхностного стока) и выявления источников обводнения грунтовой толщи.

6.3.4 Геофизические исследования на этапе разработки предпроектной документации наиболее эффективны для определения мощности органоминеральных и органических отложений, рельефа кровли подстилающих пород на заболоченных участках, где доставка бурового оборудования затруднена.

В качестве основных применяются электроразведка методом электропрофилирования и непрерывное сейсмоакустическое профилирование, которое при необходимости может проводиться с плавсредств или в зимний период — с замерзшей поверхности болот и водоемов.

По результатам геофизических исследований оконтуриваются участки, сложенные органоминеральными и органическими грунтами различной мощности, что обеспечивает предварительный выбор площадки и позволяет оптимальным образом спланировать дальнейшие исследования.

Для предварительной оценки свойств торфов может быть использована величина скорости поперечных волн по табл. 6.2.

Таблица 6.2

Скорость поперечной волны V_s, м/с	Полная влагоемкость W_{sat}, д.е.	Коэффициент пористости e	Степень разложения $D_{ф}$, д.е.
<16	>12	>18	<0,20
16—22	8—12	12—18	0,20—0,45
22—42	5—8	7—12	>0,45

6.3.5 При проходке горных выработок следует руководствоваться рекомендациями 6.9 — 6.11 СП 11-105 (часть I), а также 6.2.6.

Виды, глубина и размещение горных выработок устанавливаются в зависимости от проходимости территории, условий залегания органоминеральных и органических грунтов, их выдержанности по простиранию.

С учетом характера проектируемого строительства на каждом из конкурирующих вариантов рекомендуется проходка горных выработок по профилям с расстояниями 250 — 500 м между выработками в зависимости от масштаба исследований (но не менее трех выработок на каждом профиле), с использованием ручного бурового оборудования или малогабаритных зондировочно-буровых установок. На каждой площадке не менее 2—3 скважин следует проходить до кровли подстилающих минеральных грунтов с заглублением в них на 1,5—2,0 м.

Отбор проб для лабораторных испытаний необходимо производить из всех разновидностей органоминеральных и органических грунтов. Отбор монолитов с ненарушенной структурой следует производить с интервалом опробования 0,5 — 1,0 м из 40—50% скважин, а также из всех шурфов при возможности их проходки.

Отбор образцов производится в соответствии с 6.2.6 и 6.2.8.

6.3.6 Полевые методы (испытания крыльчаткой, статическое зондирование) на этапе разработки предпроектной документации следует использовать как для определения глубины залегания и мощности органоминеральных и органических грунтов, так и для предварительного установления их прочностных и деформационных характеристик. Точки зондирования рекомендуется располагать между скважинами, расстояние между которыми может быть в этом случае увеличено.

6.3.7 Гидрогеологические исследования в районах развития органоминеральных и органических грунтов на этапе разработки предпроектной документации следует выполнять для установления источников обводнения органоминеральных и органических грунтов, общей тенденции развития болот и заболоченных участков (деградации или прогрессирующего заболачивания прилегающей территории), глубины залегания подземных вод, их химического состава, агрессивности и коррозионной активности по отношению к бетону и металлическим конструкциям и кабелям.

Для ориентировочной оценки водопроницаемости и других гидрогеологических параметров следует применять экспресс-откачки с отбором проб воды на стандартный химический анализ.

6.3.8 Лабораторные исследования свойств органоминеральных и органических грунтов на предпроектных этапах должны включать главным образом определение состава, показателей физических свойств (плотности, влажности, показателей пластичности), коэффициента фильтрации, угла естественного откоса песков, а также содержания органических веществ, зольности, степени разложения торфов, а при необходимости, — других показателей.

Степень разложения торфов допускается определять по полной влагоемкости или коэффициенту пористости с учетом внешних признаков в соответствии с таблицей 6.3.

6.3.9 Технический отчет о результатах изысканий на этапе разработки предпроектной документации составляется в соответствии с требованиями 6.3—6.5 СНиП 11-02 и 6.2.11. В состав технического отчета следует дополнительно к

Таблица 6.3

Степень разложения, %	Полная влагоемкость, д е	Коэффициент пористости	Наименование торфа	Внешние признаки
<20	>12	>18	Слаборазложившийся	Светло-коричневый или желтый торф, состоящий из неразложившихся корешков осок, стебельков мхов и травянистых растений (размером до 1 см и более). Светло-желтая прозрачная или слабомутная вода легко отжимается из упругой массы
20—45	8—12	12—18	Среднеразложившийся	Торф коричневый или темно-серо-коричневый с наличием стебельков мхов, плоских корешков осоки и пушицы, кусочков древесины и коры. Вода отжимается в большом количестве, мутная, серая или коричневая. Торф слабо пачкает руку и имеет заметную упругость
>45	4—8	6—12	Сильноразложившийся	Торф темно-коричневый или землисто-черный с пепельным оттенком, заметны отдельные растительные остатки, мелкие кусочки древесины и коры. Вода не отжимается или отжимается с большим трудом, а масса продавливается между пальцами и сильно пачкает руку

результатам исследований, выполненных согласно требованиям 6.3.1, включать следующие сведения:

для торфов и заторфованных грунтов — генезис, геоморфологический тип болот; распространение и мощность болотных отложений; характеристика рельефа и минерального дна болот с определением его уклона; описание источников водного питания, обводненности отдельных участков; результаты определения состава и свойств толщи болотных отложений и подстилающих минеральных грунтов; содержание органических веществ, степень разложения, зольность;

для илов и сапропелей — границы отложений в плане, их мощность, условия залегания, физические свойства;

для погребенных грунтов различных типов — генезис, глубины и условия залегания, состав и свойства, а также состав и свойства подстилающих и перекрывающих грунтов;

предварительный прогноз возможных изменений физико-механических свойств органоминеральных и органических грунтов в процессе инженерной подготовки территории, строительства и эксплуатации зданий и сооружений.

Материалы инженерно-геологических изысканий на этапе разработки предпроектной документации в районах развития органоминеральных и органических грунтов должны содержать предварительные рекомендации по использованию территории (в том числе по исключению из застройки особо опасных участков), выбору площадок и размещению сооружений с учетом необходимости удаления или замены рассматриваемых грунтов, соответствующей инженерной подготовки территории. В заключение должны быть сформулированы задачи дальнейшего изучения органоминеральных и органических грунтов, требующие решения на стадии проекта.

6.4 Инженерно-геологические изыскания для разработки проекта

6.4.1 При инженерно-геологических изысканиях для разработки проекта в районах распространения органоминеральных и органических грунтов дополнительно к 6.3.1 необходимо устанавливать:

пространственное размещение на территории площадки проектируемого строительства органоминеральных и органических грунтов;

условия залегания грунтов, их виды и разновидности;

состав и физико-механические свойства грунтов (включая ботанический состав торфов и гранулометрический состав илов и сапропелей — по дополнительному заданию) и прогноз их изменений в процессе строительства и эксплуатации зданий и сооружений,

показатели консолидации и ползучести (по дополнительному заданию);

состав и свойства подстилающих и перекрывающих пород,

гидрогеологические условия и прогноз их изменения в пределах внешних гидродинамических границ;

рекомендации по использованию площадки с учетом необходимости изъятия органоминеральных и органических грунтов, их осушения, уплотнения, закрепления и т.п.

6.4.2 Сбор и обобщение материалов изысканий и исследований прошлых лет выполняется в соответствии с 6.2.2 и 6.3.2.

Особое внимание должно быть уделено изучению имеющихся материалов наблюдений за осадками зданий и сооружений, возведенных в данном регионе в аналогичных грунтовых условиях.

6.4.3 При изысканиях для проекта на участках распространения органоминеральных и органических грунтов следует выполнить инженерно-геологическую съемку в масштабах 1:5000 — 1.2000, при необходимости (III категория сложности инженерно-геологических условий, строительство магистральных трубопроводов) — 1:1000. При проведении маршрутных наблюдений необходимо устанавливать виды органоминеральных и органических грунтов, их состав и визуальные особенности, производить отбор проб для определения специфических свойств, а также, при необходимости, ботанического состава. В состав маршрутных наблюдений необходимо включать наблюдения за проявлением деформаций на участках существующей застройки, линейных сооружений, дренажей, насыпей и т.п.

6.4.4 Геофизические исследования на стадии проекта выполняются для выявления и изучения неоднородности строения толщи органоминеральных и органических грунтов, их мощности, специфических свойств в массиве и их изменчивости в разрезе и по простиранию в пределах площадки проектируемого строительства. Геофизические исследования следует сочетать с параметрическими исследованиями в скважинах и полевыми методами исследований (статическое зондирование, испытания крыльчаткой и др.).

6.4.5 Проходка горных выработок осуществляется в соответствии с 6.2.6. Количество и глубина горных выработок назначаются в зависимости от уровня ответственности проектируемого сооружения согласно табл. 7.1 и 7.2 СП 11-105 (часть I) с учетом категории сложности инженерно-геологических условий, типа фундаментов, а также условий залегания и мощности органоминеральных и органических грунтов, при этом не менее 30% выработок необходимо проходить с заглублением в подстилающие породы на 2—3 м, при свайных фундаментах — на 5 м больше предполагаемой глубины погружения свай.

Отбор образцов при высокой изменчивости свойств грунтов следует производить через 0,5 — 1,0 м.

6.4.6 Полевые исследования органоминеральных и органических грунтов (вращательный срез, статическое зондирование, прессиометрические испытания,) следует производить для установления контуров их распространения, мощности, рельефа кровли подстилающих пород, выделения отдельных инженерно-геологических элементов, количественной оценки прочностных и деформационных характеристик. Точки полевых испытаний следует размещать, как правило, в створах горных выработок.

Испытания следует выполнять в соответствии с 7.13 СП 11-105 (часть I) и 6.2.7.

6.4.7 Гидрогеологические исследования при изысканиях для проекта выполняются для уточнения источников обводнения органоминеральных и органических грунтов, глубины залегания подземных вод, их химического состава, особенностей режима, агрессивности к бетону и коррозионной активности к металлам.

6.4.8 При изысканиях для проекта на участках развития органоминеральных и органических грунтов при необходимости следует выполнять стационарные наблюдения за изменением:

деформационных, прочностных и фильтрационных свойств грунтов в процессе их уплотнения и проведения мелиоративных мероприятий при инженерной подготовке территории и строительстве;

режима подземных вод, их химического состава и агрессивности в период строительства и эксплуатации сооружений.

6.4.9 Лабораторные исследования свойств органоминеральных и органических грунтов при разработке проекта, помимо обычных показателей физико-механических свойств грунтов, должны включать:

для торфов и заторфованных грунтов — влажность и плотность в водонасыщенном состоянии, содержание органических веществ, степень разложения, зольность, ботанический состав в соответствии с ГОСТ 11305, ГОСТ 23740, ГОСТ 10650 и ГОСТ 11306;

для илов и сапропелей — гранулометрический состав, содержание органических веществ, карбонатов, состав и содержание водорастворимых солей (для осадков морского происхождения);

показатели консолидации, ползучести и реологических свойств — согласно техническому заданию заказчика.

Определения механических свойств грунтов следует выполнять, главным образом, методом трехосного сжатия в условиях природного напряженного состояния. Все исследования следует производить по одной и той же методике нагружения, независимо от типов сооружений, проектируемых на площадке, для получения сопоставимых результатов.

6.4.10 Технический отчет (заключение) по результатам изысканий для разработки проекта на участках развития органоминеральных и органических грунтов следует составлять согласно требованиям 6.7, 6.8 и 6.12 СНиП 11-02, а также 6.2. В техническом отчете должны содержаться рекомендации по использованию площадки (исключению из застройки неблагоприятных участков, выемке и замене грунта, уплотнению и другим мелиоративным мероприятиям), а также по выбору типов фундаментов при использовании рассматриваемых типов грунтов в качестве оснований сооружений.

Нормативные и расчетные значения показателей прочностных к деформационных свойств органоминеральных и органических грунтов следует приводить с учетом их возможного уплотнения, осушения и инженерной подготовки территории.

6.5 Инженерно-геологические изыскания для разработки рабочей документации, а также в период строительства и эксплуатации зданий и сооружений

6.5.1 При инженерно-геологических изысканиях для разработки рабочей документации в районах распространения органоминеральных и органических грунтов дополнительно к 6.3.1 проводятся:

уточнение и детализация условий залегания, состава, мощности органоминеральных и органических грунтов на участке каждого здания (сооружения) или их группы;

уточнение границ выделенных инженерно-геологических элементов, а также нормативных и расчетных характеристик прочностных, деформационных и физических свойств по каждому окончательно выделенному инженерно-геологическому элементу с учетом возможных изменений свойств грунтов в связи с проектируемым строительством (в том числе под влиянием намеченных мелиоративных мероприятий);

уточнение гидрогеологических параметров, агрессивности к бетону и коррозионной активности подземных вод и грунтов к металлам.

6.5.2 Расстояния между выработками устанавливаются в соответствии с 8.4. СП 11-105 (часть I). Глубина выработок устанавливается в зависимости от выявленной мощности органоминеральных и органических грунтов, типов фундаментов и проектируемых нагрузок, с учетом требований 8.5 — 8.13 СП 11-105 (части I). При размещении выработок должно учитываться расположение проектируемых сооружений и конфигурацией участков развития органоминеральных и органических грунтов, установленной на предыдущих стадиях изысканий. Допускается проходка выработок под отдельные опоры и фундаменты для уточнения проектных решений.

На участках проектируемых зданий и сооружений I и II уровня ответственности следует проходить выработки на полную мощность органоминеральных и органических грунтов, с заглублением на 3—5 м в подстилающие породы. При мощности указанных и перекрывающих грунтов свыше 30 м необходимо проходить не менее 30% выработок на их полную мощность.

При сложном геологическом строении площадки проходку скважин допускается производить разъемными грунтоносами особой конструкции (длиной более 1,5 м) с извлечением всего объема керна. Такие исследования проводятся при необходимости более точного определения всех контактов слоев для расчета осадок сооружений, чувствительных к неравномерным осадкам.

6.5.3 Для выявления ослабленных и разуплотненных зон на площадке, которые могут повлиять на устойчивость проектируемых или соседних зданий и сооружений, следует использовать статическое зондирование. Для установления изменчивости физико-механических характеристик грунтов по глубине и по простиранию каждый инженерно-геологический элемент должен быть охарактеризован не менее чем 6 точками статического зондирования

6.5.4 Лабораторные исследования следует выполнять для уточнения показателей физико-механических свойств, оценки их изменения при уплотнении и осушении фунтов, а также определения показателей консолидации, ползучести и других специфических свойств, выявленных на предыдущей стадии

Методика испытания грунтов, залегающих на различной глубине от подошвы фундаментов, должна учитывать фактическое напряженное состояние грунтов данного слоя на глубине отбора образца грунта с учетом дополнительного давления от сооружения.

6.5.5 Гидрогеологические исследования включают проведение опытно-фильтрационных работ для уточнения гидрогеологических параметров, необходимых при расчетах дренажных и водопонижающих установок, дополнительные исследования химического состава, агрессивности и режима подземных вод и их изменения в процессе инженерной подготовки территории. Состав определяемых компонентов следует устанавливать в соответствии с 5.11 СП 11-105 (часть I), с учетом возможных источников загрязнения подземных и поверхностных вод, связанных с утечками бытовых, промышленных и сельскохозяйственных стоков с прилегающих территорий.

Стационарные гидрогеологические наблюдения, начатые на предыдущих стадиях, необходимо продолжать.

6.5.6 Технический отчет (заключение) о результатах инженерно-геологических изысканий для рабочей документации на участках развития органоминеральных и органических грунтов должен соответствовать требованиям 6.24 — 6.26 СНиП 11-02, 8.20 СП 11-105 (часть I) и 6.2.11. В техническом отчете должны быть приведены уточненные рекомендации по выбору типов фундаментов, а также предложения по проведению профилактических мероприятий и инженерной защите территории.

В техническом отчете должны быть даны рекомендации по организации при необходимости стационарных наблюдений за изменением физико-механических свойств грунтов, гидрогеологических условий, химического состава грунтов и подземных вод в процессе строительства и эксплуатации зданий и сооружений, за осадками и деформациями возводимых на площадке и прилегающей территории зданий (сооружений), а также по осуществлению мелиоративных мероприятий.

При необходимости продолжаются стационарные наблюдения в процессе строительства и эксплуатации сооружений. Наблюдения выполняются заказчиком (застройщиком) или по его поручению проектно-изыскательской организацией, которым передается по акту наблюдательная сеть.

7 ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗЫСКАНИЯ В РАЙОНАХ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЗАСОЛЕННЫХ ГРУНТОВ

7.1 Общие положения

7.1.1 К засоленным грунтам следует относить грунты, в которых в соответствии с ГОСТ 25100 содержание легко- и среднерастворимых (водорастворимых) солей не менее величин, указанных в табл. 7.1.

Таблица 7.1

Наименование засоленных грунтов	Минимальное суммарное содержание легко- и среднерастворимых солей в % от веса воздушно-сухого грунта
Крупнообломочный: при содержании песчаного заполнителя 40 % и более	3
при содержании заполнителя в виде суглинка 30 % и более	10
при содержании заполнителя в виде супеси 30 % и более	5
Песок	3
Супесь	5
Суглинок	10

Примечания

1 К легкорастворимым солям относятся: хлориды NaCl, KCl, $CaCl_2$, $MgCl_2$; бикарбонаты. $NaHCO_3$, $Ca(HCO_3)_2$, $Mg(HCO_3)_2$; карбонат натрия Na_2CO_3; сульфаты магния и натрия $MgSO_4$, Na_2SO_4. К среднерастворимым солям относятся гипс $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ и ангидрит $CaSO_4$.

2 Более детальное подразделение загипсованных супесей и суглинков в зависимости от содержания гипса приведено в приложении Д.

7.1.2 Засоленные грунты приурочены главным образом к пустынным и полупустынным, реже — к степным зонам, то есть к районам с отрицательным водным балансом, а также к участкам, расположенным в зонах гипергенеза горных пород, содержащих нестойкие компоненты (сульфатные, галлоидные и др.).

Одним из важных условий засоления является залегание минерализованных подземных вод на глубине не более 1 м для песчаных грунтов и 3—4 м — для глинистых грунтов.

Засоленные грунты слагают солончаки, солоди, солонцы, такыры, которые различаются составом и содержанием легкорастворимых солей и в большинстве случаев формируются на пониженных элементах рельефа: шлейфах склонов, низменностях, берегах соленых озер и лиманов, во впадинах на поймах, в днищах степных блюдец суффозионного происхождения, где минерализованные воды стоят близко к земной поверхности (1—3 м).

Процесс засоления грунтов проявляется в следующих условиях:

при горизонтальной миграции солей и осаждении их из подземных вод в районах гор и предгорий, в субаэральных дельтах и предгорных равнинах;

в результате вертикальной миграции солей при испарении поровых растворов;

вследствие выветривания горных пород, содержащих нестойкие компоненты (карбонатные, сульфатные, галлоидные горные породы);

при фильтрации через грунты жидких отходов из шламонакопителей, солеотвалов, растворонесущих коммуникаций различных промышленных предприятий и т.п.

7.1.3 Засоленные грунты следует характеризовать:

степенью засоленности D_{sal} — отношением массы водорастворимых солей в определенном объеме грунта к массе сухого грунта данного объема (в %);

абсолютным суффозионным сжатием Δh_{sf} — уменьшением первоначальной высоты образца грунта за счет химической суффозии при постоянном вертикальном давлении и непрерывной фильтрации воды или растворов, фильтрация которых возможна в основании сооружения;

относительным суффозионным сжатием ε_{sf} — отношением абсолютного суффозионного сжатия к высоте образца грунта природной влажности при природном давлении;

начальным давлением суффозионного сжатия P_{sf} — минимальным давлением, при котором проявляется суффозионное сжатие грунта;

степенью выщелачивания солей β — отношением массы выщелоченных из грунта солей к их начальной массе.

7.1.4 При проведении инженерно-геологических изысканий в районах распространения засоленных грунтов следует устанавливать:

распространение и условия залегания засоленных грунтов, их приуроченность к мезо- и микроформам рельефа;

качественный состав и количественное содержание водорастворимых солей в грунте, их способность к растворению и выщелачиванию;

генезис, взаимосвязь степени и характера засоленности с мезо- и микрорельефом, литологическим составом и свойствами грунтов, гидрогеологическими условиями территории — уровнем и минерализацией подземных вод и их изменениями (природными и техногенными);

гидрохимические условия (температура, минерализация и химический состав подземных вод, их растворяющая способность по отношению к засоленным грунтам);

характер пространственного распределения соляных образований в грунте;

структурные особенности грунтов, обусловленные наличием солей, включая форму, размер и размещение солей в грунте;

наличие внешних проявлений процесса выщелачивания засоленных грунтов на земной поверхности, их формы и размеры;

данные о современном засолении грунтов и выщелачивании солей в результате хозяйственной деятельности;

физические, механические и химические свойства грунтов природной влажности и при полном водонасыщении (в том числе растворами заданного состава), а также после вышелачивания солей,

показатели относительного суффозионного сжатия и начального давления суффозионного сжатия;

наличие и характер связанных с суффозией деформаций зданий и сооружений.

7.2 Состав инженерно-геологических изысканий. Дополнительные технические требования

7.2.1 Состав инженерно-геологических изысканий в районах распространения засоленных грунтов и общие технические требования к выполнению отдельных видов работ и комплексных исследований следует устанавливать в соответствии с разделом 5 СП 11-105 (часть I) и настоящим Сводом правил.

7.2.2 Сбору и обработке подлежат материалы изысканий и исследований прошлых лет и другие данные об инженерно-геологических и гидрогеологических условиях исследуемого района, в том числе:

сведения о геоморфологических условиях территории, участках современного и древнего интенсивного увлажнения и дренирования, формах мезо- и микрорельефа;

данные о развитии и внешних проявлениях засоления грунтов — выцветах солей и солевых корках, изменении окраски пород, появлении разводов, пятен, налетов солей на поверхности земли и на плоскостях трещин, наличии пустот и пор, выполненных сульфатами кальция (гипса и ангидрита) и т.п.;

сведения об изменениях коррозионной активности и агрессивности подземных вод, контактирующих с засоленными грунтами;

сведения о состоянии растительного покрова, наличии различных солеросов;

сведения и данные о техногенном освоении территории: мелиоративных мероприятиях на исследуемой и на прилегающих территориях; строительстве водохранилищ, каналов, дренажных систем, опыте строительства, связанного с выщелачиванием солей из грунтов в основании зданий и сооружений, просадками вследствие химической суффозии, замачиванием толщ грунтов промышленными стоками; источниках утечек из инженерных коммуникаций; состоянии и характере деформаций существующих зданий и сооружений на исследуемой территории.

По результатам сбора и обработки имеющихся материалов рекомендуется составлять предварительные карты распространения засоленных грунтов с выделением (по возможности) территорий с предположительно различными по степени засоленности разновидностями грунтов.

Если между окончанием изысканий и началом проектирования разрыв во времени составляет более двух лет, возможность использования материалов изысканий прошлых лет требует специального изучения и анализа, в связи с возможными изменениями в этот период состояния и свойств засоленных грунтов под воздействием различных факторов, в том числе техногенных, которые могут вызывать вторичное засоление грунтов, а также их рассоление. Состав и объем дополнительных изыскательских работ по уточнению материалов инженерно-геологических изысканий в связи с давностью их получения следует устанавливать в результате анализа этих материалов и рекогносцировочного обследования исследуемой территории.

7.2.3 Дешифрирование аэро- и космоматериалов и аэровизуальные наблюдения следует предусматривать в соответствии с 5.3 СП 11-105 (часть I) при изучении и оценке инженерно-геологических условий значительных по площади территорий, подверженных засолению, а также при необходимости изучения динамики изменения этих условий.

Дешифрирование аэрокосмоснимков и аэровизуальные наблюдения, как правило, должны предшествовать проведению других видов инженерно-геологических работ и выполняться для изучения отдельных компонентов геологической среды и их изменений:

уточнения границ распространения засоленных грунтов с применением ландшафтно-индикационного метода;

установления условий распространения подземных вод, областей их питания, транзита и разгрузки;

установления видов и границ ландшафтов,

уточнения границ геоморфологических элементов;

наблюдения за динамикой изменения компонентов инженерно-геологических условий.

7.2.4 При маршрутных наблюдениях в процессе рекогносцировочного обследования следует фиксировать визуальные признаки засоления грунтов, которые проявляются, главным образом, в виде солевых корок, изменении окраски пород, появлении пятен, налетов солей на поверхности земли и на плоскостях трещин, наличии гипса и ангидрита в виде крупных кристаллов и друз, жил, прослоев, линз, а также признаки выщелачивания солей.

При описании засоленных грунтов в обнажениях следует дополнительно отмечать: цвет и характер его изменения, наличие кристаллов и прослоек соли и их распределение в разрезе толщи (неравномерность, форма и т.п.).

В процессе маршрутных наблюдений следует отмечать выходы источников подземных вод,

уровень воды в колодцах с целью установления распространения и глубины положения зеркала подземных вод, определяющих условия рассоления и засоления грунтов.

При обследовании состояния существующих зданий и сооружений, деформированных в результате суффозионных процессов, следует собирать сведения о конструкции сооружения, характере вертикальной планировки, системе и состоянии ливневой канализации и водонесущих инженерных сетей, экранировании поверхности территории, состоянии, типе и конструктивных особенностях фундаментов, грунтах, залегающих под подошвой или в основании фундамента, мероприятиях, осуществленных при строительстве для предупреждения засоления, характере и величине деформаций грунтов и конструкций зданий и сооружений, источниках замачивания грунта (удаленность, режим и продолжительность замачивания).

7.2.5 Виды и способы проходки горных выработок в толщах засоленных грунтов должны обеспечивать возможность выявления и описания их структурных и текстурных особенностей, соответствующих естественным условиям залегания.

Проходку горных выработок следует осуществлять в том числе в местах проявления неблагоприятных процессов, связанных с засолением грунтов или выщелачиванием из них солей. При неравномерной засоленности под каждым проектируемым зданием и сооружением должны быть отобраны образцы грунта не менее, чем из трех выработок для зданий и сооружений I и II уровня ответственности, и из одной — III уровня ответственности.

Отбор монолитов грунтов из скважин следует осуществлять обуривающим способом и тонкостенными грунтоносами, погружаемыми одноударным способом с предварительной зачисткой забоя скважины. При отборе монолитов засоленных грунтов запрещается использование способов бурения с промывкой водой или глинистым раствором.

Для детального изучения строения толщи засоленных грунтов, повышения качества отбора монолитов и надежности характеристик грунтов, определяемых при лабораторных исследованиях, рекомендуется проходка шурфов или дудок, а также расчистка естественных обнажений и искусственных выемок.

Образцы, предназначенные для химического анализа, следует отбирать при относительно равномерном распределении солей в грунте в виде сплошной бороздовой пробы массой 1—1,5 кг длиной 0,5 м. Пробы отбираются на всю глубину пройденной выработки и по разрезу устанавливаются верхняя и нижняя границы засоленности. В грунтах, содержащих соли в виде линз, прослоев, отдельных скоплений и т.д., опробование должно производится из каждого характерного участка толщи. При этом следует производить описание солевых включений (их количество на единицу площади или объема, форму, размер и т.д.). При описании шурфов и других открытых выработок следует выполнять зарисовки стенок с выделением солевых прослоев и включений и при необходимости производить фотографирование.

7.2.6 Из геофизических методов исследования для изучения толщ засоленных грунтов и происходящих в них процессов рекомендуются различные модификации электроразведки.

Для определения контура замачивания по площади и по глубине, а также оценки характера его изменения во времени на участках испытаний грунтов статическими нагрузками штампами с длительным замачиванием рекомендуется применять метод вертикального электрического зондирования с охватом прилегающей территории на расстояние не менее двукратной величины мощности толщи засоленных грунтов.

Электроразведочные методы следует применять для выявления и оконтуривания участков утечек воды из подземных коммуникаций при расположении объекта строительства на застроенной территории или в непосредственной близости от нее.

Состав геофизических исследований, объемы работ (сеть, количество точек), тип и размеры применяемых установок следует устанавливать в программе изысканий, исходя из детальности изучения инженерно-геологических условий на соответствующем этапе (стадии) проектирования и особенностей геоэлектрического разреза.

7.2.7 Полевые исследования грунтов следует выполнять в соответствии с 5.8 СП11-105 (часть I), используя весь комплекс полевых методов исследования свойств грунтов, применяемых в обычных условиях.

К специальным методам исследования засоленных грунтов следует отнести определение относительного суффозионного сжатия грунтов, которое выполняется по результатам испытаний грунтов штампом с длительным замачиванием грунтов одним из следующих методов:

I — испытание при природной влажности до заданного давления p, с последующим наблюдением за деформациями при длительном замачивании;

II — испытания в двух шурфах по схеме «двух кривых», одно из которых соответствует способу I, а второе выполняется после длительной фильтрации и достижения степени выщелачивания $\beta \geq 0,7$.

Испытания первым методом следует выполнять под здания и сооружения I и, как правило, II уровня ответственности, а также в случаях исследования засоленных песков и крупнообломочных грунтов.

Испытания вторым методом допускается выполнять под сооружения II и III уровня ответственности, а также под сооружения I и II уровня ответственности при наличии опыта исследования аналогичных грунтов первым методом.

При испытании засоленных песков, а также суглинков и супесей с содержанием солей $d_0 < 35\%$ следует использовать штамп площадью 5000 см^2;

при испытании засоленных крупнообломочных грунтов, песков, а также суглинков и супесей с содержанием солей $d_0 > 35\%$ — штамп площадью 10000 см^2.

При испытаниях по методу I за условную стабилизацию суффозионной осадки засоленных песков и крупнообломочных грунтов следует принимать деформацию, не превышающую 1 мм в течение недели, а для засоленных суглинков и супесей — 1 мм в течение двух недель.

При испытаниях по методу II замачивание прекращается после достижения степени выщелачивания $\beta \geq 0,7$, определяемой по количеству профильтровавшейся воды Q_{sf}.

$$Q_{sf} = kFh\frac{\beta d_0 \rho_s \rho_w}{(c_m - c_0)\rho_d},$$

где k — эмпирический коэффициент (для загипсованных суглинков и супесей k=2,5, для песков k=5, для крупнообломочных грунтов k=10);

β — степень выщелачивания солей из грунта, д.е.;

d_0 — изначальное содержание гипса в грунте, д.е.;

ρ_g — плотность частиц гипса, т/м^3;

ρ_w — плотность воды, т/м^3;

c_m — концентрация гипса в фильтрующейся воде, т/м^3;

c_0 — концентрация гипса в заливаемой воде, т/м^3;

ρ_d — плотность сухого грунта, т/м^3;

F — приведенная площадь замачиваемого приямка, м.

$$F = (a+h/2)(b+h/2),$$

здесь h — глубина деформируемой зоны,

a, b — ширина и длина приямка.

Расчет количества профильтровавшийся воды приведен для легко- и среднерастворимых солей

При изысканиях для сооружений I и II уровня ответственности по заданию заказчика и при соответствующем обосновании в программе изысканий выполняются дополнительные работы, включающие определение глубины деформируемой зоны глубинными марками, наблюдения в процессе длительного выщелачивания за изменениями фильтрационной способности грунтов, химического состава грунтов и уровня подземных вод. При отсутствии данных определения глубины деформируемой зоны допускается принимать ее равной 1,0d для засоленных суглинков, супесей, песков и 1,5 d — для засоленных крупнообломочных грунтов (при давлении по подошве штампа p = 0,2—0,3 МПа), где d — диаметр круглого штампа

Испытания грунтов штампами необходимо выполнять вблизи контуров расположения наиболее ответственных зданий и сооружений, в местах максимальной засоленности грунтов.

7.2.8 Гидрогеологические исследования при инженерно-геологических изысканиях следует выполнять для определения в полевых условиях водопроницаемости засоленных грунтов в зоне аэрации с целью оценки фильтрационных свойств грунтов, в том числе для расчета систем дренирования территории проектируемого строительства Опытно-фильтрационные работы следует осуществлять в соответствии с ГОСТ 23278 методом налива воды в шурф (с двухкольцевым инфильтрометром) на глубинах до 5—6 м или наливом воды в скважины на больших глубинах.

7.2.9 Стационарные наблюдения в районах распространения засоленных грунтов при необходимости следует осуществлять:

за режимом подземных вод и динамикой изменения химического состава грунтов и подземных вод;

за процессами засоления и рассоления и формами их проявления,

за характером и величиной суффозионно-просадочных деформаций

Стационарные наблюдения за режимом подземных вод следует выполнять в соответствии с рекомендациями по их проведению в обычных условиях с учетом необходимости размещения наблюдательных пунктов на участках существующих техногенных источников замачивания грунтов, в том числе вблизи водонесущих коммуникаций, а также на участках проектируемых зданий и сооружений с мокрым технологическим процессом.

Стационарные наблюдения за динамикой процессов засоления и рассоления грунтов в зоне аэрации, величиной суффозионно-просадочных деформаций (по глубине и во времени) следует выполнять на характерных участках инфильтрации поверхностных вод, вблизи размещения наиболее ответственных зданий и сооружений повышенного уровня ответственности. При этом наиболее эффективными методами исследования следует считать геофизические методы и определения физико-механических и химических свойств грунтов в лабораторных условиях по образцам грунтов, отбираемых в различные сезоны года из специально пробуренных для этих целей скважин.

При установлении продолжительности стационарных наблюдений необходимо учитывать, что процессы засоления и рассоления носят сезонный характер: зимой и ранней весной происходит вынос легкорастворимых солей, в теплое время года, в период максимального испарения и транспирации, происходит увеличение количества солей.

7.2.10 При лабораторных исследованиях засоленных грунтов, помимо природной влажности, плотности, границ текучести и раскатывания, деформируемости и прочности следует определять специфические свойства (по ГОСТ 12248). абсолютное суффозионное сжатие Δh_{sf}, относительное суффозионное сжатие ε_{sf}, начальное давление суффозионного сжатия P_{sf}, а также (по дополнительному заданию) — микроагрегатный состав грунта при сохранении природной влажности исследуемого образца, гранулометричес-

кий состав с добавлением пирофосфорнокислого натрия, емкость поглощения, состав обменных катионов грунтов, содержание аморфного кремнезема, петрографический и минералогический состав грунтов, химический состав и концентрацию солей в поровых водах.

Состав и содержание легкорастворимых солей следует определять по результатам анализов водных вытяжек по следующим государственным стандартам: сухой остаток и pH — по ГОСТ 26423, ионов карбонатов и бикарбонатов — по ГОСТ 26424, иона хлорида — аргентометрическим методом или ионометрическим титрованием по ГОСТ 26425, иона сульфата — весовым способом по ГОСТ 26426, ионов кальция и магния — комплексометрическим методом по ГОСТ 26428, ионов калия и натрия — по ГОСТ 26427 с применением пламенного фотометра.

Содержание гипса в фунтах следует определять с помощью солянокислой или солевой вытяжки.

Для исследования состава поровых вод их следует выделять из грунта следующими методами, в зависимости от влажности, консистенции и гранулометрического состава грунтов: центрифугированием, отжатием под давлением, замещением порового раствора нейтральной жидкостью и др.

В результате сорбции легкорастворимых солей в засоленных грунтах наблюдается изменение дисперсности и пределов пластичности, в связи с чем рекомендуется выполнять региональную корректировку классификационных критериев выделения разновидностей глинистых грунтов по их гранулометрическому составу и числу пластичности с учетом степени и типа засоления.

Прочностные свойства засоленных грунтов для сооружений I и II уровней ответственности и при возможном длительном обводнении основания необходимо определять (методами одноосного среза и трехосного сжатия) как при природной влажности, так и в водонасыщенном состоянии после полного выщелачивания солей для грунтов, содержащих легкорастворимые соли. Для грунтов, содержащих гипс, выщелачивание выполняется при наличии подземных вод или при инфильтрации в грунт растворов, обладающих растворяющей способностью по отношению к гипсу.

При проектировании сооружений III уровня ответственности при возможном длительном обводнении основания фундаментов прочностные характеристики допускается принимать по результатам испытаний образцов в водонасыщенном состоянии без выщелачивания, с применением эмпирических коэффициентов, учитывающих влияние процесса выщелачивания солей на прочность грунтов, или по аналогии.

В зависимости от условий взаимодействия грунтовых оснований с водой и фундаментом подготовка к испытаниям глинистых грунтов на срез может быть выполнена:

путем длительного замачивания образцов до полного водонасыщения без передачи на грунт давления или при заданном давлении;

в условиях диффузионного выщелачивания образцов до расчетной степени расселения с передачей или без передачи на грунт давления;

при насыщении грунтов компонентами химического состава минерализованных природных или техногенных вод, взаимодействующими с грунтами.

Для предварительных расчетов оснований зданий и сооружений, а также для окончательных расчетов оснований зданий и сооружений II и III уровней ответственности допускается использовать данные таблиц Д.2 и Д.3 приложения Д.

Модуль деформации засоленных грунтов в лабораторных условиях следует определять для грунтов природной влажности и в водонасыщенном состоянии. При исследовании деформационных свойств засоленных глин испытания следует выполнять при длительном замачивании с диффузионным выщелачиванием.

Испытания засоленных глин с диффузионным вышелачиванием выполняются только по дополнительному заданию заказчика.

При проектировании сооружений I уровня ответственности для прогнозирования изменений во времени суффозионной деформации в основаниях сооружений и разработки мероприятий по расселению грунтов рекомендуется выполнять в лабораторных условиях моделирование процессов растворения и выщелачивания солей в засоленных грунтах с целью получения гидрохимических параметров грунтов (коэффициенты конвективной диффузии, растворения солей, солеотдачи) и параметров промывки этих грунтов (количество промывной воды, продолжительность процесса выщелачивания солей, количество вымываемых солей). Выполнение этих исследований требует дополнительного обоснования в программе работ и привлечения специализированных научно-исследовательских организаций.

7.2.11 Составление прогноза засоления и выщелачивания грунтов следует выполнять при возможном изменении режима подземных вод и воздействии на засоленные грунты основания проектируемых зданий и сооружений производственных или поверхностных вод, инфильтрующихся в ходе строительства и эксплуатации объекта (особенно, при локальном замачивании основания).

При прогнозе изменения свойств грунтов, содержащих легкорастворимые соли и находящихся в природных условиях в необводненном состоянии, необходимо учитывать возможность полного выноса указанных солей при обводнении оснований проектируемых зданий и сооружений.

При изысканиях в районах распространения загипсованных грунтов оценку и прогноз возможности и интенсивности растворения и выноса солей следует выполнять с учетом агрессивности и температуры подземных и инфильтрационных (особенно техногенно загрязненных) вод по отношению к засоленным грунтам.

Прогноз изменения свойств засоленных грунтов, содержащих труднорастворимые соли, необ-

ходимо выполнять только при наличии в подземных водах агрессивной углекислоты или при инфильтрации в грунт растворов, обладающих растворяющей способностью по отношению к карбонатным солям.

7.2.12 При камеральной обработке материалов инженерно-геологических изысканий и составлении технического отчета по результатам изысканий, необходимо дополнительно к требованиям СП 11-105 (часть I) приводить сведения согласно 7.1.4.

7.3 Инженерно-геологические изыскания для разработки предпроектной документации

7.3.1 При инженерно-геологических изысканиях для разработки предпроектной документации в районах распространения засоленных грунтов следует дополнительно к требованиям СП 11-105 (часть I) устанавливать:

границы распространения и условия залегания засоленных грунтов, их приуроченность к мезо- и микроформам рельефа;

генезис, степень и характер засоленности грунтов в зависимости от условий их залегания, мезо- и микрорельефа, литологического состава и свойств грунтов, гидрогеологических условий территории — уровня и минерализации подземных вод;

наличие внешних проявлений процесса засоления, выщелачивания и суффозии на земной поверхности, их формы и размеры;

данные о современном засолении и выщелачивании солей из грунтов в результате хозяйственной деятельности;

состав и свойства засоленных грунтов;

гидрохимические условия (температура, минерализация и химический состав подземных вод, их растворяющая способность по отношению к засоленным грунтам);

наличие деформаций зданий и сооружений связанных с суффозией, опыт строительства и эксплуатации существующих объектов на засоленных грунтах;

рекомендации по инженерно-геологическим изысканиям на последующих стадиях проектирования.

7.3.2 Инженерно-геологические изыскания для разработки предпроектной документации в районах развития засоленных грунтов следует производить с детальностью (в масштабах) инженерно-геологической съемки в соответствии с 6.1—6.7 СП 11-105 (часть I). Инженерно-геологическое картирование исследуемой территории следует осуществлять, как правило, на основе сбора, анализа и обобщения материалов изысканий прошлых лет и использования других сведений об инженерно-геологических и гидрогеологических условиях района согласно 7.2.2 (главным образом геологических, инженерно-геологических и гидрогеологических съемок различного назначения, находящихся в федеральном и территориальных).

При отсутствии или недостаточности собранных материалов следует выполнять рекогносцировочное обследование или инженерно-геологическую съемку площадки в масштабах 1:25000 — 1:10000 и полосы трассы линейных сооружений — в масштабах 1:50000 — 1:25000.

7.3.3 Границы исследуемой территории и глубину изучения разреза, рекомендуется устанавливать, исходя из необходимости охвата основных типов рельефа и геоморфологических элементов, с которыми связано распространение засоленных грунтов, и участков с внешними проявлениями засоления.

7.3.4 Характеристику геолого-литологического строения толщи и литологических особенностей засоленных грунтов рекомендуется приводить с учетом положений 7.2.4, а характеристику состава, состояния и специфических свойств — по собранным и обобщенным материалам с использованием приложения Д.

Для оценки физико-механических свойств засоленных грунтов рекомендуется использовать региональные таблицы (или региональные корреляционные зависимости между показателями состава и состояния грунтов и характеристиками суффозионных деформаций при выщелачивании), если они согласованы в установленном порядке и достоверность их подтверждена местным опытом проектирования и строительства.

7.3.5 В техническом отчете (заключении) дополнительно к сведениям, приводимым для обычных условий, следует приводить результаты анализа материалов и данных согласно требованиям 7.3.1.

В техническом отчете следует также давать оценку опасности процессов засоления и выщелачивания, предназначенную для установления возможности и целесообразности строительного освоения территории, выбора района (пункта) размещения объекта строительства и определения характера мероприятий по устранению или ослаблению влияния негативных процессов, связанных с процессами засоления и выщелачивания.

В рекомендациях для проектирования на набухающих грунтах следует приводить оценку воздействия процесса засоления и выщелачивания солей из грунтов на строительные объекты, которая должна учитываться при установлении возможности и целесообразности строительного освоения территории, для выбора района (пункта) размещения объекта строительства и определения характера мероприятий по устранению или ослаблению влияния процесса.

7.4 Инженерно-геологические изыскания для разработки проекта

7.4.1 При инженерно-геологических изысканиях для проекта в районах распространения засоленных грунтов дополнительно к изысканиям в обычных природных условиях следует устанавливать:

условия залегания засоленных грунтов — мощность, распространение в плане и по глубине;

качественный состав и количественное содержание водорастворимых солей в грунте, их способность к растворению и выщелачиванию,

генезис, взаимосвязь степени и характера засоленности с литологическим составом, свойствами и условиями залегания грунтов, гидрогеологическими условиями территории,

характер распределения солевых образовании в грунте,

структурные особенности грунта, обусловленные наличием солей (включая форму, размер и размещение солей в грунте),

наличие внешних проявлений процессов засоления, выщелачивания и суффозии на земной поверхности, их формы и размеры;

данные о современном засолении и выщелачивании солей из грунтов в результате хозяйственной деятельности,

физические, механические и химические свойства грунтов природной влажности, при водонасыщении (и том числе растворами заданного состава) и после выщелачивания солей;

гидрохимические условия (минерализация и химический состав подземных вод, их растворяющая способность по отношению к засоленным грунтам);

показатели относительного суффозионного сжатия и начального давления суффозионного сжатия,

состав и характеристики подземных вод, влияющие на засоленность грунтов,

характер деформаций существующих зданий и сооружений, вызванных выщелачиванием грунтов в их основании

7.4.2 Инженерно-геологические изыскания для обоснования проекта следует производит с детальностью (в масштабах) инженерно-геологической съемки в соответствии с 7.4 СП 11-105 (часть I). Инженерно-геологическое картирование исследуемой территории следует осуществлять, как правило, в масштабах 1.5000 — 1 2000 и притрассовой полосы линейных сооружений — в масштабе 1.10000 — 1.2000.

Детальную крупномасштабную съемку (в масштабе 1:1000) следует предусматривать при значительной неоднородности толщ засоленных грунтов по литологическим особенностям, химическому составу и характеристикам суффозионных деформаций грунтов, наличии многочисленных внешних проявлений, связанных с засолением грунтов, для небольших по размерам площадей (до 50 га) картируемой территории, при соответствующем обосновании в программе изысканий

7.4.3 Границы территории, охватываемой инженерно-геологической съемкой, и глубину изучения толщи засоленных грунтов рекомендуется устанавливать в соответствии с 7.3.3, с учетом имеющихся в непосредственной близости от исследуемой территории участков возможного техногенного воздействия на грунты (существующих и потенциально возможных источников замачивания засоленных толщ), а также зданий и сооружений, деформированных в результате проявления процессов суффозии.

7.4.4 На участках зданий и сооружений I и II уровня ответственности толщу засоленных грунтов, как правило, следует проходить на всю мощность.

При выполнении изысканий на территориях с большой мощностью засоленной толщи (значительно превышающей предполагаемую величину сжимаемой зоны грунтов основания) до 30% выработок следует проходить на полную глубину засоленной толщи или до глубины, где при полном выщелачивании солей из грунтов могут проявляться суффозионные деформации.

7.4.5 Лабораторные исследования физико-механических свойств засоленных грунтов следует выполнять в соответствии с 7 2 10 для получения нормативных и расчетных показателей свойств засоленных грунтов.

Испытания засоленных грунтов штампами с длительным замачиванием грунтов следует осуществлять в соответствии с 7 2 7 под ответственные сооружения, при наличии сильнозасоленных грунтов и при соответствующем обосновании в программе изысканий. Пункты испытаний рекомендуется располагать вблизи (на расстоянии 3 м) от опробуемых горных выработок. Испытания штампами каждого инженерно-геологического элемента, выделенного в пределах исследуемой толщи засоленных грунтов, следует осуществлять не менее чем в двух точках.

Определение водопроницаемости (коэффициента фильтрации) засоленных грунтов в зоне аэрации следует производить в соответствии с 7.2.8. Испытания каждого инженерно-геологического элемента, выделенного в пределах толщи засоленных грунтов, рекомендуется определять не менее чем в трех пунктах.

7.4.6 Оценку возможных изменений в уровенном режиме подземных вод на исследуемой территории следует осуществлять с использованием материалов изысканий и исследований прошлых лет (результаты наблюдений государственной стационарной сети за возможными естественными сезонными и многолетними колебаниями уровня подземных вод в районе изысканий). Если в соответствии с этой оценкой (или иными обоснованными предположениями, в частности, по объектам-аналогам) в период строительства или эксплуатации зданий и сооружений возможно замачивание толщи засоленных грунтов подземными и техногенными водами, рекомендуется создавать на этой территории стационарную сеть для наблюдений за режимом подземных и техногенных вод с продолжением этих наблюдений на последующих этапах изысканий.

7.4.7 В техническом отчете о результатах инженерно-геологических изысканий для проекта, выполненных на территории с развитием засоленных грунтов, дополнительно к сведениям, предусмотренным для обычных природных условий, следует приводить материалы изысканий согласно требованиям 7.4 1.

В техническом отчете следует также приводить рекомендации по учету основных особенностей засоленных грунтов при проектировании, а также рекомендации по дальнейшему проведению изысканий.

Графическая часть технического отчета должна дополнительно содержать:

графики значений суффозионных осадок грунтов при различных заданных давлениях;

листы обработки результатов полевых испытаний засоленных грунтов статическими нагрузками штампами с длительным замачиванием.

При необходимости в отчет следует помещать и другие материалы обработки результатов изысканий, отражающие специфические особенности и особые свойства засоленных грунтов, если это требуется для их комплексной оценки и использования при проектировании.

7.5 Инженерно-геологические изыскания для разработки рабочей документации, а также в период строительства и эксплуатации зданий и сооружений

7.5.1 При инженерно-геологических изысканиях для разработки рабочей документации в районах распространения засоленных грунтов на участках расположения отдельных зданий и сооружений и их групп дополнительно устанавливается:

уточненная характеристика инженерно-геологических условий, с учетом положений 7.1.4;

нормативные и расчетные значения показателей физических, прочностных, деформационных, химических и специфических свойств грунтов (в том числе относительное суффозионное сжатие и начальное давление суффозионного сжатия) по каждому инженерно-геологическому элементу;

прогноз изменений физико-механических и химических свойств грунтов в процессе их засоления или вышелачивания солей под влиянием естественных природных процессов и хозяйственной деятельности;

оценка возможного повышения уровня подземных вод, изменения их химического состава и температуры, длительность и интенсивность инфильтрации вод в основании зданий и сооружений в процессе их строительства и эксплуатации;

рекомендации для принятия проектных решений.

7.5.2 В пределах площадки строительства зданий и сооружений и непосредственно прилегающей к ней территории рекомендуется проводить инженерно-геологическую рекогносцировку с целью выявления возможных изменений в поверхностных проявлениях процессов засоления (выщелачивания), произошедших со времени проведения изысканий на предыдущей стадии, и выявления техногенных факторов (утечек из подземных коммуникаций, потерь воды из водоемов и др.), которые могут оказать влияние на развитие процессов выщелачивания или засоления на исследуемой территории.

7.5.3 Горные выработки следует размещать по контурам и основным осям проектируемых зданий и сооружений I и II уровней ответственности через 20—30 м и не более 50 м для проектируемых зданий и сооружений III уровня ответственности.

Максимальные расстояния между горными выработками (до 50 м) следует принимать под группу малоэтажных зданий и сооружений пониженного уровня ответственности (парники, теплицы, летние павильоны, небольшие склады и т.п.) с расположением выработок по углам исследуемого участка, в пределах которого они размещаются.

7.5.4 Глубину горных выработок следует устанавливать в соответствии с 7.4.4.

Для детального изучения строения засоленной толщи и опробования выделенных слоев грунтов для лабораторных исследований в пределах контуров проектируемых зданий и сооружений повышенного и нормального уровней ответственности следует проходить один-два шурфа с размещением их в местах с предполагаемыми резкими изменениями содержания и состава солей, а также механических свойств засоленных грунтов.

7.5.5 Опробование толщ засоленных грунтов (отбор монолитов и образцов грунтов) для определения их свойств в лабораторных условиях следует осуществлять применительно к выделенным ранее в пределах исследуемой толщи инженерно-геологическим элементам. Монолиты и образцы грунтов следует отбирать из горных выработок, проходимых на участках размещения отдельных зданий и сооружений или их группы для определения не менее 10 одноименных характеристик свойств грунтов для каждого инженерно-геологического элемента (с учетом определений на предшествующих этапах изысканий).

7.5.6 Состав и методы определений характеристик засоленных грунтов при лабораторных и полевых исследованиях их свойств следует устанавливать в зависимости от предполагаемых условий и степени выщелачивания солей из засоленных грунтов, с учетом уровня ответственности зданий и сооружений.

7.5.7 Для зданий и сооружений I уровня ответственности, а также при наличии в засоленных грунтах включений обломочного материала — гравия и гальки, для уточнения значений показателей механических свойств, полученных лабораторными методами, рекомендуется выполнять их определение в полевых условиях. Пункты испытаний грунтов штампами следует располагать на расстоянии не более 3 м от опробуемых горных выработок (главным образом, шурфов).

Для определения характеристик суффозионной деформируемости полевыми методами, при соответствующем обосновании в программе работ, следует выполнять испытания грунтов штампами при природной влажности и при длительном промачивании. Количество испытаний зависит от степени изменчивости грунтов, но должно

быть не менее трех для каждого инженерно-геологического элемента в пределах сжимаемой толщи, сложенной засоленными грунтами

7.5.8 Для определения возможных изменений режима подземных вод в процессе строительства и эксплуатации проектируемых и существующих зданий и сооружений следует использовать результаты стационарных наблюдений за подземными водами по сети наблюдательных скважин, созданной на предшествующем этапе изысканий, и данные разовых замеров уровня подземных вод в горных выработках, пройденных под отдельные здания и сооружения, с определением возможной величины повышения уровня подземных вод аналитическими расчетами, математическим и (или) аналоговым моделированием.

Стационарные наблюдения следует продолжать в период строительства и эксплуатации проектируемых и существующих зданий и сооружений (рекомендуемая продолжительность наблюдений на застроенной территории составляет 3—5 и более лет), со сгущением пунктов сети вблизи проектируемых зданий и сооружений с мокрым технологическим процессом и водонесущими коммуникациями, а также на участках размещения ответственных зданий и сооружений с целью контроля за развитием процесса выщелачивания и своевременного устранения утечек из водонесущих коммуникаций Если режимная сеть не создана, то ее устройство, при соответствующем обосновании, следует предусмотреть в проекте организации строительства объекта

7.5.9 В техническом отчете об инженерно-геологических изысканиях следует приводить данные и материалы (с учетом результатов изысканий на предшествующем этапе), согласно 7.4.8, применительно к участкам отдельных зданий и сооружений или их групп.

В техническом отчете следует также приводить оценку возможности изменения режима подземных вод в процессе эксплуатации проектируемых и существующих зданий и сооружений и прогноз суффозионных деформаций грунтов основания зданий и сооружений.

Графическая часть технического отчета должна дополнительно содержать результаты обработки полученных при изысканиях данных, непосредственно использованные при составлении текста технического отчета

8 ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗЫСКАНИЯ В РАЙОНАХ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЭЛЮВИАЛЬНЫХ ГРУНТОВ

8.1 Общие положения

8.1.1 К элювиальным грунтам следует относить грунты, образовавшиеся в результате процессов выветривания горных пород на месте их залегания без заметных признаков смещения. С глубиной степень выветрелости постепенно снижается, и они переходят в трещиноватую материнскую горную породу Граница между элювиальными грунтами и подстилающей материнской породой неровная, с карманами, нечетко выраженная и может быть установлена, как правило, условно. Поэтому в настоящем разделе рассматривается не только элювий, но и элювиированные (выветрелые) горные породы под общим термином кора выветривания.

8.1.2 Следует различать коры выветривания современные и древние. Первые связаны с современными климатическими условиями и залегают с поверхности, вторые — с палеоклиматическими условиями минувших геологических эпох и могут залегать как с поверхности, так и на разных глубинах под покровом более молодых отложений В некоторых случаях в разрезе может быть встречена не одна, а несколько кор выветривания

8.1.3 Необходимо различать два основных вида выветривания. физическое (или механическое) и химическое (включая биохимическое) и, соответственно, два основных типа кор выветривания, заметно различающихся по своему строению, составу и физико-механическим свойствам.

8.1.4 Физическое выветривание, характерное для современного холодного и умеренного климата, вызывается в основном колебаниями температуры, замерзанием и оттаиванием воды в трещинах разного размера (включая микротрещины), что приводит к дезинтеграции горных пород, вначале — на крупные глыбы, затем — на щебень, дресву и отдельные минеральные зерна, представленные в основном фракциями песка и пыли (алеврита). Вторичные глинистые минералы образуются в небольших количествах, за исключением случаев, когда выветриванию подвергаются породы, содержащие их в своем составе (глинистые сланцы, аргиллиты, глинистые песчаники, глинистые алевролиты, мергели). Обломочный материал, образующийся при физическом выветривании, сохраняет минеральный состав материнской породы и значительную прочность благодаря унаследованности структурных связей.

В строении кор выветривания этого типа следует выделять.

а) зону тонкого дробления, или дисперсную, состоящую в основном из песчано-алевритового материала;

б) мелкообломочную, состоящую из дресвы и щебня,

в) глыбовую, состоящую из грубообломочного материала.

Мощность таких кор выветривания обычно не превышает нескольких метров.

8.1.5 Химическое выветривание сцементированных осадочных пород (песчаники, алевролиты), а также в некоторых других осадочных породах с кристаллическими связями (доломиты, некоторые разности известняков, писчий мел) вызывает вначале ослабление структурных связей, что снижает прочность породы, а затем приводит к частичному или полному их разрушению с распадом породы на отдельные минеральные зерна

и образованием песчаного или алевритового материала. Химическое выветривание магматических и метаморфических пород сопровождается глубокими химическими преобразованиями первичных породообразующих минералов с частичным или полным их замещением вторичными глинистыми минералами.

Хемогенные коры выветривания широко развиты в пределах древних горных сооружений и местами на плитах и платформах. Особенно большой мощностью они обладают на Урале.

В строении хемогенных кор выветривания на метаморфических и изверженных породах следует выделять

а) зону бесструктурного элювия, полностью утратившего первичные структурные связи и представленного песками, супесями, суглинками, часто с разным содержанием дресвяно-щебенистого материала;

б) зону структурного элювия или сапролита с сохранившимися, но сильно ослабленными структурными связями, прочность которых нарастает с глубиной. Сапролиты сохраняют сплошность, присущую материнским породам, их текстурные, а в значительной степени и структурные особенности, но имеют малую прочность. Они разламываются и растираются руками, разрабатываются лопатой, иногда с применением ударных инструментов;

в) зону выветрелой породы или рухляка, разбитого трещинами на отдельные блоки. Степень выветрелости постепенно снижается от стенок блоков, где порода превращена в сапролит, к их центральной части, где она приближается по прочности к материнской породе. Рухляк требует при разработке применения ударных инструментов;

г) зону трещиноватой горной породы, со следами выветривания лишь по стенкам трещин (разборная скала).

8.1.6 Встречаются также коры выветривания переходного типа, образовавшиеся как в результате механической дезинтеграции породы, так и под воздействием химического выветривания. Они состоят в основном из обломочного материала разной крупности (от алеврито-песчаного до щебенисто-глыбового) с различной степенью выветрелости. Полный профиль коры выветривания в этом случае будет зависеть от возможности и скорости удаления продуктов выветривания.

Зональное строение элювиальной толщи может быть нарушено, если подвергающиеся выветриванию исходные породы имеют слоистое строение, дислоцированы или рассечены жилами и дайками, обладающими различной устойчивостью к выветриванию.

8.1.7 При проведении изысканий в районах развития элювиальных грунтов необходимо учитывать, что химическое выветривание магматических, метаморфических и осадочных пород сопровождается широким комплексом химических, физико-химических и физических процессов (окисление, растворение и вынос, суффозия, гидратация и др.), что приводит к формированию сапролитов и рухляков заметно различающихся по минеральному составу, структуре и инженерно-геологическим свойствам. Наряду с относительно плотными разностями встречаются пористые, иногда макропористые. Состав вторичных глинистых минералов может меняться от слабо гидрофильных (каолинит, гидрослюды) до сильно гидрофильных (монтмориллонит). Соответственно, среди сапролитов встречаются как просадочные, так и набухающие разности.

8.1.8 Коры выветривания делятся на площадные и линейные. Последние приурочены к зонам разрывных нарушений.

Мощность площадных кор выветривания, сформировавшихся в платформенных условиях, изменяется от нескольких метров до десятков метров. В зонах, подвергшихся ледниковой экзарации и размыву талыми ледниковыми водами, они уничтожены почти полностью. Наиболее мощные коры выветривания (30—50 м) приурочены к платформенным структурам типа валов, флексур, куполов, где породы подвергались интенсивному трещинообразованию. В горных районах с блоковой тектоникой мощность элювиальных отложений на приподнятых блоках не превышает нескольких метров, в пределах опущенных блоков — достигает нескольких десятков метров. Мощность линейных кор выветривания измеряется десятками, а иногда и сотнями метров (на Урале до 100—150 м).

8.1.9 При изысканиях в платформенных условиях необходимо учитывать, что коры выветривания связаны в основном с осадочными породами: карбонатными (доломитами, известняками, писчим мелом), реже — с песчаниками, алевролитами и аргиллитами.

Элювий на доломитах, представленный тонким алевритом (доломитовой мукой), с глубиной постепенно обогащается песчано-щебенистым, ниже — щебенисто-глыбовым материалом. Залегая с поверхности, доломитовая мука слабо уплотнена и нередко обладает просадочными свойствами. Древние толщи доломитовой муки, вскрываемые на разных глубинах под более молодыми отложениями, могут иметь разную степень уплотнения.

На переходных известняково-доломитовых разностях пород и известняках элювий характеризуется более грубым составом и представлен, в основном, песчаным, дресвяным и щебенистым материалом.

На известняках элювий отличается неоднородным составом (от глыб до алевритового материала) и большой изменчивостью по площади. На глинистых известняках формируются элювиальные карбонатные глины, содержащие обломки выветрелого известняка.

Элювий писчего мела представлен тонким алевритом, ниже по разрезу сохраняющим в ослабленном виде первичные структурные связи,

прочность которых нарастает с глубиной Выветрелый мел часто обладает резко выраженной пространственной неоднородностью (переслаивание относительно прочных и слабых разностей, полностью утративших структурную прочность) При разрушении первичных структурных связей и насыщении водой меловой элювий размокает, теряет прочность и приходит в плывунное состояние.

Элювий терригенных пород представлен суглинками и супесями с крупнообломочными включениями, содержание которых увеличивается вниз по разрезу.

8.1.10 При изысканиях в горных районах следует учитывать, что коры выветривания, формирующиеся на осадочных, метаморфических и магматических породах разного типа, отличаются большим разнообразием состава, сложным строением и значительной пространственной изменчивостью, в соответствии с составом и условиями залегания материнских пород и наличием разрывных нарушений.

На песчаниках образуются пески разной крупности, на аргиллитах и глинистых сланцах формируются глины, обогащенные на глубине дресвой и плитчатым щебнем.

На гранитоидах под небольшим по мощности слоем бесструктурного элювия песчано-глинистого состава залегают сапролиты, представленные глинистыми песками (песчанистыми глинами), сохранившими в той или иной степени первичные структурные связи. С глубиной они переходят в рухляк, а еще глубже — в слабо выветрелую трещиноватую породу.

На основных магматических породах элювий имеет глинистый состав, на ультраосновных — представлен охрами (сложной смесью гидроокислов железа).

8.1.11 При изучении кор выветривания необходимо учитывать влияние гидрогеологических условий. нередко под слабо выветрелыми породами зоны аэрации залегают сильно выветрелые грунты, приуроченные к зоне циркуляции подземных вод.

8.1.12 Элювиальные грунты следует характеризовать следующими показателями:

гранулометрическим составом (с учетом содержания обломочного материала и его роли в формировании структуры и деформационно-прочностных свойств грунта);

пределом прочности на одноосное сжатие (R_c) в водонасыщенном состоянии и при естественной влажности,

коэффициентом размягчаемости — K_{sof} ;

коэффициентом выветрелости — K_{wr} ,

показателями специфических свойств — просадочности, набухания, растворимости и т д. (при их наличии).

8.1.13 Классификацию тонкозернистых элювиальных бесструктурных грунтов преимущественно глинистого состава, обладающих пластическими свойствами (продукты выветривания аргиллитов, глинистых сланцев, мергелей, глинистых песчаников и алевролитов, а также основных эффузивных и интрузивных пород), следует осуществлять согласно действующей классификации глинистых грунтов по ГОСТ 25100.

8.1.14 Другие виды бесструктурных элювиальных грунтов, не обладающих пластическими свойствами, следует подразделять по гранулометрическому составу (таблица 8.1) с указанием степени неоднородности.

Таблица 8 1

Наименование грунта	Преобладающие фракции, мм
Глыбовый	>200
Щебенистый	10—200
Дресвяный	2—10
Песчаный	0,1—2
Алевритовый (пыль)	<0,1

При высоком содержании разных фракций в названии этих грунтов следует указывать не только преобладающую, но и вторую по содержанию, а иногда и третью фракцию, например, дресвяно-щебенисто-глыбовый грунт.

8.1.15 Глыбовые грунты целесообразно подразделять дополнительно на три вида·

а) бескаркасный — с невысоким содержанием глыбового материала (порядка 10%), деформационно-прочностные свойства которого определяются в основном заполнителем;

б) слабокаркасный — со средним и высоким содержанием глыбового материала (10—65%), свойства которого определяются как глыбовым материалом, так и заполнителем;

в) каркасный — с очень высоким содержанием глыбового материала (более 65%), свойства которого определяются глыбовым материалом.

При более детальных описаниях следует уточнять содержание и состав заполнителя, например. «глыбовый грунт с 20% дресвяно-щебенистого заполнителя».

8.1.16 Во всех случаях для крупнообломочного материала (фракций >2 мм) следует указывать его прочность, выделяя три категории. а) слабый или сапролитовый, (разламывается и растирается в руке), б) средней прочности или рухляковый (легко разбивается молотком); в) прочный (с трудом разбивается молотком)

Для более детального подразделения песчаных грунтов следует использовать действующую классификацию песков (ГОСТ 25100).

Учитывая, что в составе продуктов выветривания часто преобладают тонкие фракции (доломитовая и известково-доломитовая мука) целесообразно дополнительно выделить группу алевритов (пылеватых грунтов), подразделив их на три вида

алеврит крупный с преобладанием фракций 0,10—0,01 мм;

алеврит мелкий с преобладанием фракций 0,01—0,005 мм;

алеврит тонкий с преобладанием фракций <0,005 мм.

Учитывая, что свойства различных видов бесструктурного элювия зависят в большой степени от минерального состава частиц (прочность, размягчаемость, размокаемость, растворимость), в наименование грунта следует включать сведения о его минеральном составе, например, «тонкий доломитовый алеврит».

Примечание — Фракция <0,005 мм отвечает по размеру частиц глинам, однако тонкий алеврит часто не обладает глинистыми свойствами, поэтому употреблять термины «глина», «глинистая фракция» в данном случае не следует

8.1.17 При классификации видов структурного элювия (сапролитов и рухляков) следует учитывать в первую очередь их прочность, используя в качестве классификационного показателя предел прочности грунта на одноосное сжатие R_c, МПа, образцов в водонасыщенном состоянии (таблица 8.2) и коэффициент размягчаемости в воде K_{sof}.

Таблица 8.2

Наименование видов структурного элювия	Предел прочности на сжатие R_c, МПа
Сапролит слабый	5—15
Сапролит средней прочности	15—30
Сапролит повышенной прочности	30—50
Рухляк слабый	≤30
Рухляк средней прочности	30—50
Рухляк повышенной прочности	>50

Коэффициент размягчаемости в воде K_{sof} определяется как отношение пределов прочности грунта на одноосное сжатие образцов в водонасыщенном и в воздушно-сухом состоянии.

По степени размягчаемости в воде грунты подразделяются согласно таблице Б 4 ГОСТ 25100.

Приведенные в таблице определения следует дополнять названием материнской породы (например, «рухляк слабый, гранитный»).

8.1.18 Степень выветрелости элювиальных скальных грунтов характеризуется коэффициентом выветрелости K_{wr}, равным отношению плотности выветрелого грунта к плотности монолитного грунта. Классификация элювиальных скальных грунтов по степени выветрелости приведена в таблице 8.3.

Таблица 8.3

Наименование элювиальных скальных грунтов по степени выветрелости	Коэффициент выветрелости K_{wr} скальных грунтов при исходных образующих породах	
	магматических и метаморфических	осадочных сцементированных
Невыветрелые	1	1
Слабовыветрелые	1—0,9	1—0,95
Выветрелые	0,91—0,8	0,96—0,85
Сильновыветрелые	<0,8	<0,85

8.1.19 В наименовании элювиальных крупнообломочных грунтов при содержании крупнообломочной фракции более 30% следует дополнительно приводить степень выветрелости обломочного материала в соответствии с таблицей 8.4

Таблица 8.4

Наименование элювиальных скальных грунтов по степени выветрелости	Коэффициент выветрелости K_{wr} скальных грунтов при исходных образующих породах	
	магматических и метаморфических	осадочных сцементированных
Слабовыветрелый	≤0,5	≤0,33
Выветрелый	0,5—0,75	0,33—0,67
Сильновыветрелый	>0,75	>0,67

Коэффициент выветрелости (K_{wr}) определяется по формуле

$$K_{wr} = \frac{K_1 - K_0}{K_1},$$

где K_1 — отношение массы частиц размером менее 2 мм к массе частиц размером более 2 мм после испытания на истирание в полочном барабане;

K_0 — то же, в природном состоянии.

В тех случаях, когда значение K_{wr} непосредственными испытаниями не определено, для предварительных расчетов допускается определять его по данным гранулометрического состава согласно таблице 8.5.

Таблица 8.5

Значения K_{wr}	Процентное содержание по массе фракций размером, мм			
	>10	2—10	0,1—2	<0,1
<0,25	54—66	25—33	9—11	0,9—4,1
0,25—0,50	33—44	35—40	18—22	2,7—3,3
0,51—0,75	27—31	36—44	23—27	5,6—6,4
>0,75	10—14	42—46	28—32	11—13

Коэффициент истираемости (K_{fr}) крупнообломочной фракции элювиальных грунтов следует определять испытанием на истираемость во вращающемся полочном барабане

По коэффициенту истираемости крупнообломочные фракции следует подразделять в соответствии с таблицей Б 21 ГОСТ 25100

8.1.20 При составлении программы работ необходимо учитывать следующие основные причины деформаций зданий и сооружений в районах распространения элювиальных грунтов, связанные с недостаточной полнотой и детальностью изысканий·

а) пропуск карманов и линейных кор выветривания, приуроченных к разрывным зонам, разрушенных слабых прослоев, жильных образований, ксенолитов вмещающих пород (при ограничении разведочных работ редкой сеткой буровых скважин),

б) недостаточное внимание к таким свойствам как набухание, просадочность, пучение при промерзании и др (при неполном комплексе лабораторных исследований);

в) ухудшение свойств сапролитов и рухляков в процессе строительства и эксплуатации зданий и сооружений (за счет промерзания в котлованах, утечек воды и промстоков из коммуникаций, воздействия вибрации и других динамических нагрузок)

8.2 Состав инженерно-геологических изысканий. Дополнительные технические требования

8.2.1 Настоящий раздел устанавливает дополнительные технические требования к выполнению отдельных видов изыскательских работ и комплексных исследований, входящих в состав инженерно-геологических изысканий (согласно раздела 5 СП 11-105 (часть I)), в районах распространения элювиальных грунтов.

Учитывая сложные условия залегания элювиальных грунтов, их высокую неоднородность, связанную с неоднородностью материнских пород (наличием линз, прослоев, жил, даек), избирательностью процессов выветривания, разнообразием геохимических преобразований и, как следствие, повышенную изменчивость состава и свойств грунтов, инженерно-геологические изыскания в районах их распространения следует производить с большей детальностью (в более крупных масштабах) инженерно-геологической съемки по сравнению с требованиями СП 11-105 (часть I) по стадиям проектирования.

При проведении изысканий необходимо особое внимание уделять изучению региональных особенностей этого вида грунтов и использованию имеющегося опыта изысканий, строительства и эксплуатации зданий и сооружений в данном районе.

С этой целью в технологическую схему изысканий в районах развития элювиальных грунтов, помимо работ, предусмотренных СНиП 11-02 и СП 11-105 (часть I), следует включать выборочное натурное обследование зданий и сооружений, имеющих деформации, с привлечением существующей технической документации

8.2.2 Сбор, анализ и обобщение материалов должны быть направлены на получение следующих сведений (данных), характеризующих

распространение, мощность, условия залегания, типы и виды элювиальных грунтов в исследуемом районе, их состав, свойства и пространственная неоднородность,

поведение грунтов под нагрузкой, при замачивании, наблюдавшиеся осадки, инженерно-геологические прогнозы и их оправдываемость;

использовавшиеся ранее при изысканиях методы и технические средства и их сравнительную эффективность,

применявшиеся типы фундаментов, их габариты, глубина заложения, мероприятия по мелиорации грунтов (уплотнение, закрепление и др.), если они ранее осуществлялись,

деформации (аварии) зданий и сооружений и их причины,

развитые в районе работ опасные геологические процессы,

подъем и колебания уровня подземных вод или другие изменения гидрогеологических условий,

негативное воздействие строительства и эксплуатации зданий и сооружений на существующую застройку и окружающую природную среду

8.2.3 Дешифрирование аэрокосмических материалов должно проводиться для составления предварительной карты ландшафтного районирования территории, которая при использовании ландшафтно-индикационного метода может быть проинтерпретирована как карта инженерно-геологического районирования, с выделением на ней районов распространения различных типов кор выветривания Дешифрирование аэрокосмических материалов должно основываться на комплексном учете геоморфологических, геоботанических и других ландшафтных индикаторов, указывающих на возможность развития элювиальных грунтов на морфогенетических поверхностях с различным строением литогенной основы. Составленная карта должна использоваться для определения мест размещения ключевых участков для более детальных полевых исследований элювия, а также направлений опорных маршрутов.

8.2.4 Маршрутные наблюдения, выполняемые при рекогносцировочном обследовании или инженерно-геологической съемке, помимо выявления и изучения основных инженерно-геологических особенностей территории (5.5 СП 11-105 (часть I)), должны включать выборочное, а при необходимости и сплошное обследование зданий и сооружений, естественным основанием которых являются элювиальные грунты

8.2.5 Проходку горных выработок на участках распространения элювиальных грунтов следует осуществлять бурением колонковым или

ударно-канатным способом с кольцевым забоем. Учитывая, что сильно выветрелые породы (сапролиты, рухляки) легко разрушаются при механических воздействиях, при бурении технических скважин колонковым способом следует ориентироваться на использование больших диаметров (147 мм и выше) и выполнять все рекомендации по бурению скважин в легко разрушаемых породах (ограничения длины рейса, скорости вращения, давления на забой и др) Промывка водой допускается только при бурении в трещиноватой и монолитной зонах.

При описании керна необходимо приводить послойную характеристику элювиальных грунтов по зонам в профиле коры выветривания и описание трещиноватости материнских пород.

Отбор монолитов для лабораторных исследований и испытаний следует осуществлять при колонковом бурении с помощью двойной колонковой трубы или специальных тонкостенных обуривающих грунтоносов, при ударно-канатном бурении — с помощью тонкостенных забивных грунтоносов.

Для получения более полного представления о текстуре, структуре и трещиноватости сапролитов и рухляков, а также для отбора монолитов следует проходить шурфы или дудки в пределах сферы взаимодействия зданий и сооружений с геологической средой.

При необходимости целесообразно использовать также открытые горные выработки, типа канав и расчисток (при сложном строении и небольшой мощности бесструктурного элювия), которые могут быть использованы впоследствии для наблюдений за «вторичным» выветриванием для определения необходимости крепления стенок (откосов) котлованов и выемок в элювиальных грунтах.

По окончании проходки горных выработок необходимо осуществлять их ликвидацию (тампонаж скважин, засыпку шурфов и других открытых выработок глинистым грунтом с уплотнением).

8.2.6 Геофизические исследования при изысканиях в районах развития элювиальных грунтов выполняются для выявления и установления мощности кор выветривания, залегающих под вышележащими отложениями, выявления карманов выветривания в кровле скальных массивов, их конфигурации и размеров в плане и по глубине, сильно выветрелых жильных образований, линейных кор выветривания, уходящих на значительную глубину.

Для решения указанных задач следует использовать главным образом линейные (профильные) методы электропрофилирование, вертикальное электрическое зондирование и сейсморазведку в различных модификациях. Применение этих методов позволяет в большинстве случаев выполнить предварительное разделение кор выветривания по деформационно-прочностным свойствам.

Для обеспечения достоверности и точности интерпретации результатов геофизических исследований необходимо параллельно осуществлять проходку параметрических скважин, с детальным описанием разреза, проведением вертикального сейсмического профилирования (ВСП) и сейсмопросвечивания между скважинами, а также с определением физико-механических характеристик грунтов в лабораторных и (или) полевых условиях

По результатам геофизических исследований должны быть составлены разрезы и карты кровли коренных пород (подошвы элювиальных отложений), с выделением выветрелых и ослабленных зон, карманов, локальных депрессий, заполненных бесструктурным элювием и т п. Геофизические профили должны служить основой для разработки рациональной схемы размещения скважин, шурфов и других выработок, рассчитанных на более детальное изучение разреза и опробование грунтов.

8.2.7 Полевые методы исследования грунтов (динамическое и статическое зондирование, прессиометрию, статические нагрузки на штампы, срезы целиков, методы выпора, обрушения и др.) следует применять для получения более надежных показателей деформационных и прочностных свойств элювиальных грунтов Возможность использования динамического и статического зондирования ограничивается содержанием обломочного материала (для динамического зондирования — не более 40 %, для статического зондирования — не более 25 %)

8.2.8 Гидрогеологические исследования проводятся в тех случаях, когда элювиальные грунты могут заметно изменять свои физико-механические свойства в процессе строительства и эксплуатации зданий и сооружений в результате притока подземных вод в котлованы, подтопления или сосредоточенной фильтрации из водонесущих коммуникаций. Опытно-фильтрационные работы выполняются для получения параметров и характеристик водоносных горизонтов для расчета дренажных и водопонизительных систем, оценки условий формирования техногенной верховодки в зоне аэрации, а также для составления прогноза изменения гидрогеологических условий.

8.2.9 Стационарные наблюдения при изысканиях в районах развития элювиальных грунтов следует выполнять, как правило, только для ответственных сооружений с целью изучения характера и скорости выветривания пород в естественных и искусственных обнажениях, расчистках, шурфах или котлованах с различной экспозицией по странам света и по отношению к господствующим ветрам. При изысканиях трасс железных и автомобильных дорог на склонах, а также в оползнеопасных районах следует предусматривать организацию наблюдений за отступанием бровки откосов и выемок вследствие выветривания, что определяет их устойчивость. Отбор образцов (или средних проб) производится периодически с частотой 2—4 раза в год с последующим определением свойств пород и грунтов в лаборатории, а также изучением их химического и минералого-петрографического соста-

ва. Состав, продолжительность и размещение пунктов наблюдений, а также методика выполнения работ обосновываются в программе изысканий в соответствии с техническим заданием заказчика.

8.2.10 Лабораторные исследования грунтов должны включать определения состава, состояния и физико-механических свойств элювиальных грунтов (приложение М СП 11-105 (часть I)) по зонам выветривания и подстилающей материнской породы, включая в необходимых случаях определение степени выветрелости крупнообломочной фракции, склонности к морозному пучению, суффозионному выносу, выщелачиванию, набуханию и просадочности.

Лабораторные испытания на срез, трехосное и одноосное сжатие применяются для глинистых и песчаных грунтов, содержащих дресвяных частиц не более 20% по массе; при большем содержании крупнообломочных включений лабораторные испытания не проводятся.

Для предварительных расчетов оснований проектируемых зданий и сооружений, а также для окончательных расчетов оснований зданий сооружений II и III уровня ответственности допускается использовать данные таблиц 1 и 2 приложения Б.

При необходимости определяются химический и минералого-петрографический состав и выполняются специальные лабораторные исследования, не указанные в приложении М СП 11-105 (часть I) (например, определение типа и характера структурных связей).

Специальные исследования и моделирование должны проводиться по программам, согласованным с заказчиком.

8.2.11 Обследование грунтов оснований фундаментов существующих зданий и сооружений выполняется с целью установления изменений физико-механических свойств грунтов оснований фундаментов, а также выявления и измерения деформаций наземных частей зданий, в том числе: сверхнормативных отклонений стен от вертикали, смещений по горизонтали от опорных точек, прогибов или искривления конструкций (перекосов оконных рам, дверных проемов, перекрытий), появившихся трещин (их форма, направление, длина, раскрытие). Рекомендуется также устанавливать динамику развития трещин, или их стабилизацию.

При обследовании зданий и сооружений у заказчика или в органах архитектуры и градостроительства предварительно должны быть получены следующие сведения:

время постройки, назначение, условия эксплуатации;

принятые объемно-планировочные и конструктивные решения;

типы фундаментов, их габариты и глубина заложения;

мелиоративные мероприятия, если они проводились;

имеющиеся отклонения от принятых проектных решений и их причины;

строение естественного основания, состав и физические свойства слагающих его грунтов;

глубина залегания подземных вод;

показатели деформационных и прочностных свойств, использовавшиеся при проектировании фундаментов.

8.2.12 При камеральной обработке материалов инженерно-геологических изысканий технический отчет должен отражать результаты выполненных исследований с учетом требований 6.14 СНиП 11-02, а также рекомендации по устройству фундаментов на основании имеющегося опыта строительства, данных натурного обследования и результатов выполненных работ.

8.3 Инженерно-геологические изыскания для разработки предпроектной документации

8.3.1 При инженерно-геологических изысканиях в районах развития элювиальных грунтов для разработки предпроектной документации должны быть установлены:

площади распространения разных типов кор выветривания, особенности их формирования, возраст, условия залегания, структура и профили на глубину, отвечающую требованиям СП 11-105 (часть I);

номенклатура элювиальных грунтов, их мощность, состав и свойства по зонам выветривания;

состав и свойства подстилающих материнских пород (при их вскрытии выработками);

наличие тектонических нарушений, в том числе смещающих коры выветривания, их возраст, структура и характер зон трещиноватости.

По результатам изысканий должна быть получена предварительная характеристика местных кор выветривания и оценка влияния специфических свойств элювиальных грунтов на объекты проектируемого строительства с учетом возможных техногенных воздействий.

8.3.2 Основным источником информации при инженерно-геологических изысканиях в районах развития элювиальных грунтов для разработки предпроектной документации являются материалы изысканий прошлых лет, в том числе графические — карты инженерно-геологического районирования, составленные при разработке схем и проектов районной планировки, генпланов, обоснований инвестиций в масштабах 1:10000 — 1:25000 и мельче. Подлежат использованию также другие существующие карты (геологическая, четвертичных отложений, геоморфологическая, гидрогеологическая, ландшафтная), отражающие распространение и состав элювиальных отложений и сопряженных с ними компонентов ландшафта (литогенной основы, рельефа, растительности).

На застроенных территориях повышенное внимание следует уделять изучению опыта инженерных изысканий, строительства и эксплуатации зданий и сооружений, осуществляя с этой целью сбор, анализ и обобщение имеющихся материалов в соответствии с 8.2.2.

8.3.3 Дешифрирование АКС в сочетании с ландшафтно-ключевым методом исследований, предполагающим подтверждение результатов дешифрирования наземными работами на ограниченном числе ключевых (опорных) участков, следует использовать для выявления и изучения как региональных, так и локальных закономерностей распространения кор выветривания, особенно в слабо освоенных районах с хорошо сохранившимися природными ландшафтами.

Ландшафтно-ключевой метод наиболее эффективен в сложных условиях в труднодоступных районах. Оптимальным следует считать использование спектрозональных или многозональных космических снимков среднего масштаба (1:125000 и крупнее) с аэрофотоснимками мелких и средних стандартных масштабов (1:35000 — 1:17000).

Ключевые участки намечаются:

в пределах ранее выделенных на инженерно-геологических картах районов в наиболее типичной для них ландшафтной обстановке;

на границах выделенных районов;

в местах выявленных деформаций зданий и сооружений, связанных со специфическими свойствами элювиальных грунтов.

Число, размеры и конфигурация ключевых участков зависят от сложности ландшафтной и инженерно-геологической обстановок и особенностей проектируемых сооружений. Исследования на ключевых участках проводятся в более крупном масштабе, чем имеющаяся инженерно-геологическая съемка. Комплекс работ на ключевых участках определяется программой работ и включает: полевое дешифрирование аэрофотоснимков среднего и крупного масштаба (до 1:10000), маршрутное обследование или инженерно-геологическую съемку с комплексом сопутствующих работ. Результаты исследований на ключевых участках экстраполируются на выделенные инженерно-геологические районы.

8.3.4 При отсутствии инженерно-геологических карт, или наличии устаревших карт, не отвечающих современным требованиям, следует проводить рекогносцировочное обследование территории или инженерно-геологическую съемку средних масштабов (1:25000 — 1:10000), а в сложных случаях — 1:5000.

Маршрутное обследование или съемка должны включать выборочное или сплошное натурное обследование возведенных вблизи проектируемых объектов зданий и сооружений в соответствии с рекомендациями 8.2.4.

8.3.5 Для изучения рельефа кровли материнских пород, выявления и оконтуривания в плане карманов выветривания, зон повышенной трещиноватости, тектонических нарушений следует использовать геофизические методы (сейсмо- и электропрофилирование, ВЭЗ) в соответствии с 8.2.6.

На основе полученных данных строятся геофизические разрезы и планы выявленных аномалий в изолиниях, что обеспечивает целенаправленное размещение горных выработок на участках установленных структурных неоднородностей коры выветривания.

8.3.6 При проходке горных выработок следует руководствоваться положениями 6.9 — 6.11 СП 11-105 (часть I), а также 8.2. При этом принимается II категория сложности инженерно-геологических условий при ограниченном распространении элювиальных грунтов и незначительном их влиянии на условия строительства или III категория — при определяющем влиянии элювиальных фунтов на условия строительства.

8.3.7 Лабораторные исследования свойств элювиальных грунтов при инженерно-геологических изысканиях для разработки предпроектной документации должны включать, как правило, определение гранулометрического состава и показателей физических свойств (плотности, влажности, пластичности, консистенции и др.).

Приближенная оценка деформационных и прочностных свойств бесструктурного песчано-глинистого элювия может быть сделана на основе учета его минерального и гранулометрического состава, а также физических характеристик по региональным таблицам (если они разработаны для данного района и согласованы в установленном порядке), справочным табличным данным или с привлечением подходящих аналогов. При необходимости показатели прочности и деформируемости следует определять в соответствии с ГОСТ 12248. Для бесструктурного элювия, обогащенного мелкообломочным материалом (дресвой) следует использовать крупногабаритные приборы с 2—3 кратным увеличением площади и высоты испытываемых образцов. При этом корректировка полученных значений должна выполняться с использованием поправочных коэффициентов, вычисленных по большим сериям параллельных лабораторных и полевых испытаний на основе материалов изысканий прошлых лет.

Для приближенных оценок деформационных и прочностных свойств структурного элювия (сапролиты, рухляки), зависящих, главным образом, от прочности остаточных структурных связей, следует определять сопротивление одноосному сжатию R_c, МПа (ГОСТ 12248), коэффициент выветрелости K_{wr} и коэффициент размягчаемости K_{sof}

Классификация элювиальных грунтов по этим показателям приведена в 8.1.17—8.1.19.

При необходимости получения более надежных показателей деформационных и прочностных свойств следует применять полевые методы (динамическое и статическое зондирование, прессиометрию и др.). Состав и объемы этих работ устанавливаются в программе изысканий в зависимости от сложности проектируемого сооружения и местных особенностей инженерно-геологических условий.

8.3.8 Гидрогеологические исследования выполняются для установления глубины залегания грунтовых вод, наличия верховодки и предварительного определения возможности подтопления.

Если такая опасность существует, для ориентировочной оценки водопроницаемости следует применять экспресс-откачки (наливы) с отбором проб воды (не менее трех для каждого водоносного горизонта) на стандартный химический анализ.

8.3.9 Стационарные гидрогеологические наблюдения за уровнем и химическим составом подземных вод следует организовывать в случае реальной опасности подтопления. Наблюдения следует проводить в скважинах, использованных для проведения опытно-фильтрационных работ. Необходимость проведения стационарных гидрогеологических наблюдений согласовывается заказчиком и может быть откорректирована по результатам наблюдений при дальнейших изысканиях и в ходе эксплуатации объекта.

8.3.10 Технический отчет о результатах инженерно-геологических изысканий для разработки предпроектной документации составляется в соответствии с требованиями 6.3 — 6.5 СНиП 11-02. В состав технического отчета следует дополнительно включать предварительный прогноз возможных изменений физико-механических свойств элювиальных грунтов в процессе строительства и эксплуатации зданий и сооружений (при замачивании грунтов основания, многократном замерзании и оттаивании, динамических нагрузках, воздействии кислых или щелочных промстоков и других изменениях инженерно-геологических условий и техногенных воздействий, которые могут привести к аварийным ситуациям).

В заключении отчета должны быть сформулированы задачи, требующие решения при проведении дальнейших исследований на последующих стадиях (этапах) проектирования.

8.4 Инженерно-геологические изыскания для разработки проекта

8.4.1 При инженерно-геологических изысканиях для разработки проекта в районах развития элювиальных грунтов необходимо дополнительно устанавливать:

условия залегания, структуру и профиль коры выветривания на глубину активной зоны, наличие зональности, а также состав и свойства подстилающих материнских пород;

мощность, состав и свойства грунтов, перекрывающих элювий;

наличие структурных неоднородностей (участков различной степени выветрелости и неравномерной сжимаемости, тектонических нарушений, ослабленных зон, карманов выветривания, разрушенных жильных и дайковых тел);

номенклатуру элювиальных грунтов по выделенным инженерно-геологическим элементам, их мощность, состав и физико-механические свойства;

изменения свойств грунтов при их замачивании в результате притока грунтовых вод в котлованы, подтопления или сосредоточенной фильтрации из водонесущих коммуникаций, а также утечек кислых или щелочных промстоков;

склонность грунтов к набуханию и просадочности,

склонность грунтов к деформациям морозного пучения;

возможность развития физической и химической суффозии;

способность карбонатного элювия к разжижению с переходом в плывунное состояние.

8.4.2 При сборе, анализе и обобщении материалов изысканий и исследований прошлых лет и опыта строительства необходимо обращать особое внимание на характер изменчивости коры выветривания и причины деформаций зданий и сооружений, связанных с неоднородностью и специфическими свойствами элювиальных грунтов.

8.4.3 При изысканиях для разработки проекта в условиях высокой изменчивости кор выветривания (по мощности, профилю и свойствам слагающих их грунтов), характерной для горных районов со сложным складчато-блоковым строением, инженерно-геологическую съемку следует выполнять в масштабах 1.2000 — 1:1000.

В платформенных условиях, где коры выветривания залегают практически горизонтально и занимают большие площади, следует выполнять маршрутное обследование или инженерно-геологическую съемку в масштабах 1:5000 —1:2000 с размещением скважин и горных выработок по сетке или профилям, с учетом геоморфологических условий участка и существующей застройки. Количество точек наблюдения, в том числе горных выработок, следует устанавливать в соответствии с требованиями 7.6 СП 11-105 (часть I).

8.4.4 Глубина скважин, предназначенных для изучения свойств элювиальных грунтов, выявления и оконтуривания карманов выветривания, разрушенных и разуплотненных зон обосновывается в программе изысканий, исходя из мощности элювиальных грунтов, предполагаемой глубины активной зоны под сооружением, наличия и мощности перекрывающих их грунтов. В общем случае скважины необходимо проходить, как правило, с заглублением на 3—5 м в толщу подстилающих материнских пород.

Для детального изучения профиля коры выветривания и отбора монолитов элювиальных грунтов в дисперсной и обломочной зонах часть выработок следует проходить шурфами (дудками), а при небольшой мощности бесструктурного элювия (до 1,5—2,5 м) рекомендуется проходка канав или расчисток. При изысканиях для обоснования ответственных сооружений и уникальных объектов допускается проходка шахт и штолен с целью изучения трещиноватой зоны выветривания материнских пород.

В результате должны быть выявлены и закартированы все основные виды и разновидности элювиальных грунтов, развитые в пределах площадки строительства, условия их залегания и структурные особенности.

8.4.5 При изучении коры выветривания, залегающей в основании отдельных зданий и со-

оружений, особое внимание следует обратить на изучение различного рода структурных неоднородностей:

а) на сапролитах и рухляках, образующихся на гранитоидах и других массивах изверженных пород — наличие трещин и карманов, заполненных продуктами выветривания, разрушенных до бесструктурного элювия ксенолитов вмещающих пород и жильных включений (аплиты, пегматиты), приобретающих в водонасыщенном состоянии плывунные свойства;

б) на терригенных осадочных породах с крутым падением слоев — наличие в толще отдельных сильно выветрелых прослоев, отличающихся резко повышенной сжимаемостью и низкой прочностью;

в) на карбонатных породах — замещение на малых расстояниях относительно мало выветрелых пород слабыми сапролитами или бесструктурным элювием.

Во всех перечисленных случаях необходимо обращать внимание на присутствие ослабленных зон, связанных с трещинами разгрузки, литогенетическими, гипергенными и тектоническими трещинами, участков повышенного увлажнения, по которым особенно интенсивно проникают агенты выветривания.

8.4.6 Выявление неоднородностей часто невозможно даже при очень небольшом расстоянии (10—15 м) между вертикальными скважинами или другими горными выработками, поэтому в комплекс изыскательских работ следует включать геофизические методы разведки — электрическое и сейсмическое профилирование, ВЭЗ. Комплексы используемых методов, их модификации и параметры сети геофизических наблюдений устанавливаются с учетом опыта применения геофизических методов на предыдущем этапе работ, в зависимости от масштаба исследований, геоэлектрических и сейсмических свойств пород, наличия помех и плотности существующей застройки.

8.4.7 При выполнении лабораторных работ для определения деформационных и прочностных свойств песчано-глинистого бесструктурного элювия, не обогащенного обломочным материалом, следует использовать стандартные методы испытаний по ГОСТ 12248.

Для грунтов, обогащенных мелкообломочным материалом (с максимальным размером частиц d_{max} не более 70—80 мм), следует использовать крупногабаритные приборы. Диаметр кольца прибора должен в 5—6 раз превышать d_{max}; соотношение диаметра кольца к его высоте — 2; величина зазора между кольцами в обойме срезного прибора — не менее 0,8 от d_{max}.

8.4.8 Учитывая, что лабораторные испытания элювиальных грунтов (элювия, обогащенного крупнообломочным материалом, а также сапролитов и рухляков) могут давать искаженные значения показателей механических свойств, для получения более надежных значений показателей прочности и деформируемости следует дополнять лабораторные методы полевыми испытаниями (испытания грунтов штампами и на срез целиков).

Виды полевых исследований и количество испытаний устанавливаются в соответствии с 7.13 СП 11-105 (часть I).

При выборе схемы испытаний следует исходить из прогнозируемых условий работы естественных оснований под проектируемыми зданиями и сооружениями (условия передачи нагрузок, замачивание, возможный выпор грунта и т.п.).

8.4.9 При опасности замачивания грунтов основания в результате подтопления или утечек из водонесущих коммуникаций необходимо изучить влияние этого процесса на структуру и физико-механические свойства элювиальных грунтов (растворение или размягчение структурных связей с увеличением сжимаемости грунтов и потерей прочности, набухание, просадочность). Следует также учесть возможность суффозии и подземного размыва грунтов по существующим трещинам с образованием полостей типа «лисьих нор». Особое внимание необходимо обратить на возможность поступления в грунты кислых или щелочных промстоков, резко изменяющих свойства элювиальных грунтов, что может привести к аварийным ситуациям в процессе эксплуатации сооружений.

8.4.10 Гидрогеологические исследования выполняются для установления глубины залегания грунтовых вод на площадке, их химического состава, агрессивности и коррозионной активности, особенностей режима, оценки возможности подтопления и определения гидрогеологических параметров, необходимых для расчета дренажных систем, водопонизительных установок и других защитных мероприятий для предотвращения нежелательных изменений физико-механических свойств элювиальных грунтов. Виды и методы опытно-фильтрационных работ следует принимать в соответствии с 7.14 СП 11-105 (часть 1), с учетом значимости проектируемого объекта.

Количество проб подземных вод, отбираемых из водоносного горизонта в элювиальных грунтах или из верховодки, должно составлять 5—7 и более (при возможности подтопления участков проектируемых зданий и сооружений промышленными стоками и иными источниками загрязнения).

8.4.11 Стационарные наблюдения за выветриванием материнских пород и элювиальных грунтов в котлованах, естественных и искусственных обнажениях, а также режимные гидрогеологические наблюдения, начатые на предпроектных стадиях, должны быть продолжены и при необходимости откорректированы по данным результатов наблюдений.

8.4.12 Технический отчет об изысканиях для разработки проекта в районах развития элювиальных грунтов составляется в соответствии с требованиями 6.14 СНиП 11-02, 7.20 СП 11-105 (часть I) и 8.2.12. В состав технического отчета следует дополнительно включать прогноз возмож-

ных изменений физико-механических свойств элювиальных грунтов в процессе строительства и эксплуатации проектируемых зданий и сооружений, вызванных соответствующими техногенными воздействиями, рекомендации по проходке котлованов и устройству фундаментов, а также необходимые графические материалы, отражающие структурную неоднородность площадки, связанную с неравномерной степенью выветрелости и специфическими свойствами элювиальных грунтов (в том числе карт-срезов на разных отметках в пределах активной зоны под сооружением, карт кровли материнских пород, гидроизогипс и т.п.).

8.5 Инженерно-геологические изыскания для разработки рабочей документации, а также в период строительства и эксплуатации зданий и сооружений

8.5.1 При изысканиях для разработки рабочей документации в районах развития элювиальных грунтов проводится уточнение и детализация строения коры выветривания и свойств элювиальных грунтов по выделенным инженерно-геологическим элементам на участках проектируемых зданий и сооружений.

8.5.2 Расстояния между выработками устанавливаются в соответствии с рекомендациями 8.4. СП 11-105 (часть I). Размещение выработок должно определяться с учетом выявленных карманов выветривания, ослабленных и трещиноватых зон в основании сооружений. Допускается проходка выработок под отдельные опоры и фундаменты для уточнения проектных решений.

На участках проектируемых зданий и сооружений I и II уровней ответственности горные выработки следует проходить на всю мощность толщи элювиальных грунтов, но не менее глубины, указанной в 8.5 СП 11-105 (часть I). При мощности элювиальных и перекрывающих их грунтов свыше 30 м до 30% выработок должны проходиться для зданий и сооружений I и, как правило, II уровней ответственности на всю мощность элювиальной толщи, или до глубины, где наличие таких грунтов не будет оказывать влияния на устойчивость проектируемых зданий и сооружений.

При необходимости для выявления ослабленных и разуплотненных зон на площадке, которые могут повлиять на устойчивость проектируемых или соседних зданий и сооружений рекомендуется использовать пенетрационно-каротажные исследования и зондирование.

8.5.3 Лабораторные исследования выполняются для уточнения показателей физико-механических свойств, а также показателей набухания, размокания и просадочности, если они были выявлены на предыдущей стадии.

На участках сооружений I и II уровней ответственности деформационные и прочностные свойства элювиальных грунтов при необходимости их уточнения следует определять полевыми методами (штамповыми и прессиометрическими испытаниями, срезом целиков грунта).

8.5.4 Некоторые виды сильно выветрелых элювиальных грунтов (рухляки, сапролиты) заметно ухудшают свои свойства в открытых котлованах (так называемое, «дополнительное выветривание») при многократном промерзании-оттаивании, увлажнении-высыхании, превращающих грунт в мелкий щебень и дресву, легко размокающую в воде или в пыль, раздуваемую ветром. При промораживании элювиальные грунты приобретают пучинистые свойства. В подобных случаях должны быть даны рекомендации по устройству фундаментов непосредственно вслед за проходкой котлована и зачисткой основания. В противном случае в котловане должен сохраняться защитный слой мощностью 0,25 — 0,30 м, удаляемый непосредственно перед устройством фундаментов. Эти явления должны быть изучены в процессе изысканий и отмечены в техническом отчете.

8.5.5 При изысканиях для разработки рабочей документации должны быть продолжены стационарные наблюдения, начатые на предыдущих стадиях изысканий.

8.5.6 Технический отчет по результатам инженерно-геологических изысканий для разработки рабочей документации составляется в соответствии с требованиями 6.24—6.26 СНиП 11-02, 8.20 СП 11-105 (часть I) и настоящего Свода правил. Отчет должен содержать количественный прогноз возможных изменений физико-механических свойств элювиальных грунтов под влиянием техногенных воздействий и рекомендации по срокам и способам проведения строительных работ, обеспечивающим сохранность элювиальных грунтов в котлованах.

8.5.7 Инженерно-геологические изыскания в период строительства и эксплуатации зданий и сооружений в районах распространения элювиальных грунтов выполняются при необходимости осуществления контроля за состоянием грунтов в котлованах и других строительных выемках, а также для получения материалов и данных об изменениях физико-механических свойств элювиальных грунтов в процессе строительства и эксплуатации зданий и сооружений.

В период строительства проводятся документация и геотехнический контроль строительных выемок по техническому заданию проектной организации, осуществляющей авторский надзор за проведением строительных работ.

Инженерно-геологические исследования в период строительства и эксплуатации зданий и сооружений в районах развития элювиальных грунтов должны включать:

продолжение стационарных наблюдений за изменением свойств материнских пород и элювиальных грунтов под влиянием климатических факторов (интенсивностью их разрушения), начатых на предыдущих стадиях изысканий;

контроль за изменением гидрогеологических условий, продолжение наблюдений за уровнем и составом подземных вод;

отбор контрольных проб элювиальных грунтов в котлованах и строительных выемках в процессе их обследования и инженерно-геологической документации или в специально пройденных выработках, с последующим определением физико-механических свойств грунтов в лаборатории;

выдача рекомендаций по дальнейшему проведению строительных работ, режиму эксплуатации сооружений или необходимости технической мелиорации грунтов, обеспечивающих безаварийное функционирование строительных объектов.

Состав и объемы изыскательских работ устанавливаются в программе изысканий в соответствии с техническим заданием заказчика.

Результаты инженерно-геологических изысканий в период строительства и эксплуатации зданий и сооружений на элювиальных грунтах следует представлять в виде технического отчета (заключения), с приложением актов о приемке основания после проведения инженерной подготовки участка к строительству, а также рекомендаций по уточнению организации и сроков проведения строительных работ и разработке профилактических и защитных мероприятий.

9 ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗЫСКАНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ТЕХНОГЕННЫХ ГРУНТОВ

9.1 Общие положения

9.1.1 К техногенным грунтам, образующимся в результате деятельности человека, в соответствии с ГОСТ 25100, следует относить:

природные образования, измененные в условиях естественного залегания физическим или химико-физическим воздействием, для которых средние значения показателей химического состава изменены не менее чем на 15 %. Физические воздействия (уплотнение трамбовкой, укаткой и взрывами, осушение, замораживание) изменяет строение и фазовый состав грунтов. Химико-физическое воздействие (электроосмос, цементация, силикатизация, битумизация, глинизация, прогрев и обжиг) изменяют их вещественный состав, структуру и текстуру;

природные образования, перемещенные с мест их естественного залегания с использованием транспортных средств, взрыва (насыпные грунты) или с помощью средств гидромеханизации (намывные грунты). Перемещение осуществляется в процессе горно-технических (вскрышных и шахтных) и строительных (отрывка котлованов, создание выемок, насыпей и т.п.) работ;

антропогенные образования, представляющие собой твердые отходы бытовой и производственной деятельности человека, в результате которой произошло коренное изменение состава, структуры и текстуры природного минерального или органического сырья. Бытовые отходы представлены, главным образом, свалками бытовых отбросов, строительного мусора и др. Промышленные отходы представлены золами и золошлаками (горючих сланцев, каменного и бурого угля, торфа), шлаками (доменными и сталеплавильными — мартеновскими, конверторными, электропечными), шламами (хвосты горнообогатительного и химического производства).

При выборе методики проведения инженерно-геологических изысканий следует учитывать, что техногенные грунты изменяются в широком диапазоне — от разновидностей, близких к природным грунтам, до грунтов, не имеющих аналогов среди природных образований.

9.1.2 Техногенные грунты являются объектом инженерно-геологических изысканий в качестве основания зданий и сооружений, среды для размещения городских коммуникационных сетей и т.п., материала инженерных сооружений. К числу последних относятся дамбы, платины, насыпи, хранилища отходов металлургического производства, горнодобывающей промышленности, ТЭЦ и т.п.

9.1.3 При проведении инженерно-геологических изысканий в районах распространения техногенных грунтов следует дополнительно устанавливать:

генезис техногенных грунтов, их распространение, мощность толщи и ее изменения по площади;

время (давность) образования толщи техногенных грунтов, степень завершенности процессов их самоуплотнения и упрочнения;

особенности исходных материалов, способ их преобразования, перемещения и укладки;

технологические особенности производства работ в горно-технической, инженерной, сельскохозяйственной и других видах производственной деятельности, обусловившей формирование и накопление данного грунта;

специфические свойства техногенных грунтов, в том числе токсичность некоторых видов грунтов (хвосты, шламы и т.п.), пути возможного заражения окружающей среды, склонность пустой породы, образующейся при разработке угля, к самовозгоранию и т. п.;

зависимость структуры, текстуры, гранулометрического состава намывных грунтов от их расположения на карте намыва или гидроотвале;

топографические особенности участка изысканий в период, предшествующий образованию толщи техногенных грунтов;

геологическое строение естественного основания, степень консолидации слагающих его грунтов под воздействием дополнительной нагрузки от веса массива техногенных грунтов;

наличие и характер деформаций возведенных на техногенных грунтах зданий и сооружений, связанных с самоуплотнением грунтов, неравномерными осадками, а также рекомендации по учету основных особенностей техногенных грунтов при освоении территории и проектировании объектов строительства.

9.1.4 В техническом задании в дополнение к требованиям СП 11-105 (часть I) следует при-

водить имеющиеся данные и сведения о способе, времени формирования, составе и других особенностях этих грунтов, в связи с технологическими особенностями производства — источника их накопления.

К техническому заданию на изыскания на территориях распространения планомерно образованных оснований (намывом, отсыпкой, укреплением методами технической мелиорации) должны прилагаться имеющиеся материалы геотехнического контроля качества земляных работ.

В техническом задании следует указывать намечаемые сроки начала строительства, его предполагаемую продолжительность и график возведения отдельных сооружений или комплексов.

9.1.5 При проведении инженерно-геологических изысканий на территории распространения непланомерно образованных насыпных грунтов (отвалов и свалок грунта, отходов производства и бытовых отбросов) следует отдавать предпочтение полевым методам исследования грунтов в массиве (геофизические, зондирование и др.).

9.2 Состав инженерно-геологических изысканий. Дополнительные технические требования

9.2.1 Состав инженерно-геологических изысканий на территории распространения техногенных грунтов и общие технические требования к выполнению отдельных видов работ и комплексных исследований следует устанавливать с учетом положений раздела 5 СП 11-105, в зависимости от генезиса техногенных грунтов, степени завершенности процессов их самоуплотнения и упрочнения во времени и консолидации подстилающих грунтов.

Ориентировочное время самоуплотнения насыпных техногенных грунтов следует оценивать в зависимости от их состава и способа укладки грунтов в насыпь по табл. 9.1.

Ориентировочное время самоуплотнения и упрочнения намывных техногенных грунтов следует оценивать в зависимости от их состава и вида подстилающих грунтов естественного основания по табл. 9.2.

Время, в течение которого завершается уплотнение подстилающих грунтов от веса насыпи, при отсутствии конкретных наблюдений допускается принимать равным для грунтов:

песчаных — 1 год;

пылевато-глинистых, расположенных выше уровня подземных вод, — 2 года;

пылевато-глинистых, расположенных ниже уровня подземных вод, — 5 лет.

При проведении инженерно-геологических изысканий в условиях, когда процессы самоуплотнения и упрочнения во времени техногенных и консолидации подстилающих грунтов завершены, состав и объем изыскательских работ в основном соответствует требованиям СП 11-105 (часть I) с учетом положений настоящего раздела.

В случаях, когда самоуплотнение техногенных и (или) консолидация подстилающих грунтов не завершены и (или) когда техногенные грунты не рекомендуется использовать в качестве естественного основания, определение их физико-механических свойств, как правило, не требуется. В этих случаях, а также при проектировании свайных фундаментов, прорезающих толщу техногенных грунтов, в процессе инженерно-геологичес-

Таблица 9.1

Виды насыпных техногенных грунтов	Ориентировочное время самоуплотнения, в зависимости от способа отсыпки, годы		
	Планомерно возведенные насыпи	Отвалы	Свалки
Крупнообломочные	0,2—1	1—3	2—5
Песчаные	0,5—2	2—5	5—10
Глинистые	2—5	10—15	10—30
Шлаки, формовочные земли	—	2—5	—
Золы, колошниковая пыль	—	5—10	—

Примечания

1 Планомерно возведенные насыпи создаются по специально разработанному проекту из однородных по составу грунтов, как правило, естественного происхождения путем отсыпки с соблюдением принятой технологии работ.

2 Отвалы формируются в результате неорганизованной отсыпки грунтов естественного и (или) искусственного происхождения.

3 Свалки формируются в результате неорганизованной отсыпки, с преобладанием грунтов искусственного происхождения, с включением строительного мусора, органических веществ и т.п.

4 Для грунтов в водонасыщенном состоянии продолжительность самоуплотнения, указанная в таблице 9.1, увеличивается в 2—2,5 раза.

5 При постоянном действии вибрации и периодическом замачивании продолжительность самоуплотнения, указанная в таблице 9.1, уменьшается в 2 раза.

Таблица 9.2

Грунты естественного основания	Ориентировочное время самоуплотнения и упрочнения намывных грунтов, месяцы			
	пески крупные и средней крупности	пески мелкие	пески пылеватые	пески и супеси с содержанием органических веществ
Песчано-гравийные	0,5	1,0	2,0	3,0
Песчаные	1,0	2,0	3,0	6,0
Органоминеральные (торф, заторфованные грунты)	2,0	3,0	6,0	12,0
Глинистые	3,0	6,0	12,0	24,0

ких изысканий следует ограничиваться, по согласованию с заказчиком, установлением мощности и распространения техногенных грунтов.

9.2.2 Сбору и обработке, помимо материалов изысканий прошлых лет и других сведений, согласно 5.2 СП 11-105 (часть I), подлежат:

сведения о хозяйственной деятельности, связанной с производством земляных работ, формированием отходов производства, свалок и т.п.;

сведения и данные о способах и технологии образования планомерно намытых или отсыпанных грунтов и накопителей промышленных отходов, результатах оперативного и режимного геотехнического контроля, расположении карт намыва, с указанием дамб обвалования, водосбросных колодцев, системы дренирования;

акты подготовки основания перед выполнением земляных работ, акты приемки намывных, насыпных или преобразованных способами технической мелиорации грунтовых массивов;

имеющиеся данные наблюдений за формированием толщи техногенных грунтов и изменением их свойств во времени;

сведения и данные о региональном опыте строительства на техногенных грунтах в разных условиях их залегания, состоянии и характере деформаций существующих зданий и сооружений на исследуемой территории.

Если между окончанием изысканий и началом проектирования разрыв во времени составляет более двух лет, возможность использования материалов изысканий требует специального изучения и анализа в связи с возможными изменениями в этот период состояния и свойств техногенных грунтов под воздействием различных факторов, в том числе техногенных. Состав и объем дополнительных изыскательских работ по уточнению материалов инженерно-геологических изысканий в связи с давностью их получения следует устанавливать в результате анализа этих материалов и рекогносцировочного обследования исследуемой территории.

9.2.3 В задачу рекогносцировочного обследования дополнительно к требованиям 5.4 СП 11-105 (часть I) входит:

описание условий залегания и давности образования техногенных грунтов насыпей, отвалов, свалок, участков складирования отходов горно-металлургического и химического производства, участков грунтов в естественном залегании, улучшенных трамбованием и другими способами;

определение размеров массивов техногенных грунтов в плане и по глубине с использованием имеющихся топографических карт, составленных в период, предшествующий образованию толщи техногенных грунтов и после их формирования;

установление, по возможности, для намывных техногенных грунтов мест поступления пульпы на карты намыва, положение прудов-отстойников, системы дренирования, мест сопряжения отдельных карт, выделение зон фракционирования при гидрозолоудалении (шлаковая, золошлаковая, зольная надводного и подводного намыва), характеристика насыпей при сливе металлургических шлаков.

Для насыпных грунтов следует, по возможности, выделять зоны с повышенным содержанием в грунтах крупных включений, затрудняющих проходку буровых скважин (ковшевых остатков в откосах доменных шлаков, разрушенной футеровки печей и включений металла в отвалах сталеплавильных шлаков, обломков строительных конструкций в строительном мусоре и др.).

В процессе рекогносцировочного обследования следует отмечать выходы и скопления производственных и сточных вод и других загрязняющих веществ и возможные пути их миграции.

При обследовании состояния существующих зданий и сооружений, деформированных в результате уплотнения и неравномерной осадки техногенных грунтов, следует собирать сведения о конструкции сооружения, характере вертикальной планировки, системе и состоянии ливневой канализации и водонесущих инженерных сетей, мероприятиях, осуществлявшихся при строительстве для улучшения свойств техногенных грунтов (уплотнение, удаление прослоек грунта с повышенным содержанием органических веществ и др.).

9.2.4 Виды и способы проходки горных выработок в толще техногенных грунтов должны обеспечивать возможность выявления и описания их состава, структурных, текстурных и дру-

гих особенностей, условий залегания, осуществление при необходимости количественной оценки их свойств.

Выбор вида горных выработок следует производить с учетом условий залегания, состава и состояния грунтов, наличия крупных включений и их крепости, наличия подземных вод и мощности техногенных отложений в соответствии с СП 11-105 (часть I). Учитывая чрезвычайно широкий диапазон разновидностей техногенных грунтов, при бурении применяются все способы, регламентируемые приложением Г СП 11-105 (часть I).

Для детального изучения строения неплановомерно образованных насыпных техногенных грунтов (отвалов и свалок грунта, отходов производства и бытовых отходов), повышения качества отбора монолитов и надежности характеристик грунтов, определяемых при лабораторных исследованиях, рекомендуется проходка горных выработок в виде шурфов или дудок, а также расчисток естественных обнажений и искусственных выемок.

Размещение и количество горных выработок определяется требуемой детальностью изучения инженерно-геологических условий исследуемой территории на соответствующем этапе (стадии) разработки предпроектной и проектной документации.

9.2.5 Геофизические исследования рекомендуется применять для изучения строения толщ техногенных грунтов и происходящих в них процессов самоуплотнения и упрочнения.

Для качественного расчленения толщи техногенных грунтов на слои с различным составом, а также для наблюдения за изменением свойств насыпных и намывных грунтов во времени рекомендуется применение сейсмоакустических методов в комплексе с электроразведкой.

Электроразведочные методы следует применять для выявления и оконтуривания участков утечек воды из подземных коммуникаций при расположении объекта строительства на застроенной территории или в непосредственной близости от нее.

Состав геофизических исследований, объемы работ (сеть, количество точек), тип и размеры применяемых установок следует устанавливать в программе изысканий, исходя из детальности изучения инженерно-геологических условий на соответствующем этапе (стадии) проектирования и особенностей геоэлектрического разреза.

9.2.6 Из общего комплекса полевых методов исследований свойств грунтов, применяемых в обычных условиях, рекомендуется использовать статическое и динамическое зондирование, испытания грунтов штампами и прессиометрами, испытания на срез целиков грунта, измерение порового давления в грунтах.

Зондирование грунтов рекомендуется применять для расчленения толщи техногенных грунтов на отдельные слои, характеризующиеся различной плотностью и прочностью, и для оценки пространственной изменчивости свойств техногенных грунтов, а также для наблюдения за уплотнением и упрочнением грунтов во времени. Динамическое зондирование, кроме решения вышеуказанных задач, применяется для оценки вероятности разжижения намывных песков при динамических нагрузках. Зондирование следует применять также для определения положения кровли подстилающих грунтов, которые могут рассматриваться в качестве несущего слоя для свайного варианта основания проектируемых зданий и сооружений.

9.2.7 Гидрогеологические исследования при инженерно-геологических изысканиях следует выполнять для определения водопроницаемости техногенных, подстилающих и вмещающих их грунтов в полевых условиях с целью оценки фильтрационных свойств, прогноза водоотдачи и уплотнения намывных грунтов, расчета консолидации толщи намывных грунтов и естественного основания. Опытно-фильтрационные работы следует осуществлять в соответствии с ГОСТ 23278 методом налива воды в шурф на небольших глубинах (до 5—6 м) или наливом воды в скважины (на больших глубинах).

Следует оценивать потенциальную возможность изменения гидрогеологических условий района (площадки) изысканий вследствие создания массива намывных грунтов.

9.2.8 Стационарные наблюдения при изысканиях на территории распространения техногенных грунтов рекомендуется осуществлять за динамикой изменения физико-механических свойств техногенных и подстилающих их грунтов и за режимом подземных вод.

Наблюдения за динамикой изменения физико-механических свойств техногенных и подстилающих их грунтов по глубине и во времени (как правило, за их уплотнением и упрочнением) следует выполнять зондированием, геофизическими и лабораторными методами с целью определения плотности и влажности по образцам грунтов, отбираемых из специально пробуренных для этих целей скважин.

Наблюдения за режимом подземных вод следует выполнять в соответствии с рекомендациями по их проведению в обычных условиях с учетом необходимости размещения наблюдательных пунктов на участках существующих техногенных источников замачивания грунтов.

9.2.9 При лабораторных исследованиях техногенных грунтов, помимо характеристик, определяемых в соответствии с требованиями 5.11 СП 11-105 (часть I), следует выполнять определения:

склонности грунтов к распаду, разложению и другим физико-химическим преобразованиям (для шлаков, зол и шламов энергетической, металлургической и химической промышленности);

размокаемости (для отвалов вскрышных пород, основу которых составляют алевролиты и аргиллиты);

набухания (для пород перегоревших в отвалах);

пучинистости (золы и золошлаковые материалы);

содержания органических веществ (свалки и бытовые отходы).

При исследовании прочностных свойств металлургических шлаков рекомендуется применять крупногабаритные лотки и стабилометры, при соответствующем обосновании в программе изысканий.

Деформационные и прочностные характеристики техногенных грунтов в лабораторных условиях следует определять для грунтов природной влажности и в водонасыщенном состоянии.

Прочностные характеристики грунтов в процессе их консолидации рекомендуется определять методом неконсолидированного быстрого среза на образцах грунтов, приведенных в водонасыщенное состояние без предварительного уплотнения (минимальные значения прочностных характеристик при водонасыщении).

Прочностные характеристики консолидированных техногенных грунтов следует определять методом консолидированно-дренированных испытаний при оптимальной влажности на образцах с заданной плотностью и при полном водонасыщении.

Отбор образцов при опробовании техногенных грунтов следует выполнять с учетом условий их формирования. При создании массивов грунта методом гидромеханизации необходимо опробовать основные зоны в пределах каждой карты намыва (участок слива пульпы, пляж, места вблизи пруда отстойника и водосбросных колодцев). В отвалах шлаков металлургического производства следует учитывать, что слив шлаков происходит по кругу — начиная с внутреннего кольца, с постепенным наращиванием отвалов по окружности и в высоту, в связи с чем в пределах одного участка по глубине залегают разновозрастные грунты.

9.2.10 При камеральной обработке материалов инженерно-геологических изысканий и составлении технического отчета следует отразить данные, перечисленные в 9.1.3, в том числе имеющиеся результаты геотехнического контроля намывных или насыпных грунтов и накопителей промышленных отходов, оценку степени самоуплотнения массива техногенных грунтов и степени консолидации подстилающих их грунтов, а также результаты прогноза изменений физико-механических свойств техногенных и взаимодействующих с ними природных грунтов во времени (уплотнение и упрочнение или распад и разложение).

9.3 Инженерно-геологические изыскания для разработки предпроектной документации

9.3.1 При проведении инженерно-геологических изысканий для разработки предпроектной документации в районах распространения техногенных грунтов следует устанавливать с учетом 9.1.3:

генезис и мощность техногенных грунтов и изменения мощности по площади;

время (давность) образования техногенных грунтов, степень завершенности процессов их самоуплотнения, а также консолидации подстилающих грунтов;

особенности исходных материалов (в том числе, сведения о содержании органических веществ), способ их преобразования, перемещения и укладки;

геологическое строение подстилающих грунтов и рельеф естественной поверхности в период, предшествующий образованию толщи техногенных грунтов;

наличие и характер деформаций зданий и сооружений вследствие неравномерных осадок, связанных с самоуплотнением техногенных грунтов;

рекомендации по учету основных особенностей техногенных грунтов при освоении территории и проектировании объектов строительства.

На площадках, сложенных планомерно образованными насыпными и намывными грунтами, для получения указанных сведений следует, главным образом, использовать материалы проекта производства земляных работ и имеющиеся данные геотехнического контроля.

9.3.2 Инженерно-геологические изыскания для разработки предпроектной документации на территории распространения техногенных грунтов следует производить с детальностью (в масштабах) инженерно-геологической съемки в соответствии с 6.1—6.7 СП 11-105 (часть I). Инженерно-геологическое картирование иссле-дуемой территории следует осуществлять, как правило, на основе сбора, анализа и обобщения материалов изысканий прошлых лет и использования других сведений об инженерно-геологических и гидрогеологических условиях исследуемой площадки (трассы). При отсутствии требуемых материалов для оценки физико-механических свойств различных видов техногенных грунтов допускается пользоваться обобщенными данными, приведенными в приложении Ж.

При недостаточности собранных материалов следует выполнять рекогносцировочное обследование в составе и объеме, необходимом для получения недостающих сведений и данных или, при обосновании в программе изысканий, инженерно-геологическую съемку площадки в масштабах 1:25000 — 1:5000 и полосы трассы линейных сооружений — в масштабах 1:50000 — 1:25000.

9.3.3 Границы территории, сложенной толщей техногенных грунтов, и глубину изучения рекомендуется устанавливать исходя из необходимости выявления условий формирования и залегания грунтов, установления их мощности в соответствии с 6.8, 6.9 СП 11-105 (часть I).

9.3.4 В техническом отчете (заключении) дополнительно к сведениям для обычных природных условий следует приводить результаты анализа материалов и данных, полученных согласно 9.3.1.

В рекомендациях, подлежащих учету при проектировании, следует приводить оценку процессов возможного самоуплотнения и упрочнения техногенных грунтов, консолидации подстилающих грунтов, дополнительных осадок за счет разложения органических включений и других причин, возможности применения массива техногенных грунтов в качестве естественного основания, целесообразности строительного освоения территории размещения объекта строительства, а также оценку мероприятий по устранению или ослаблению влияния негативных процессов.

В техническом отчете следует приводить рекомендации по проведению дальнейших инженерно-геологических изысканий и необходимости выполнения специальных работ и исследований на последующих стадиях (этапах) проектирования.

9.4 Инженерно-геологические изыскания для разработки проекта

9.4.1 При инженерно-геологических изысканиях для проекта в районах распространения техногенных грунтов следует дополнительно устанавливать, с учетом требований 9.1.3, 9.3.1:

условия распространения и залегания толщи техногенных грунтов, их приуроченность к определенным формам рельефа кровли подстилающих грунтов, характеристику особенностей поверхности площадки, связанных с формированием толщи грунтов способами гидромеханизации и отсыпки в отвалы; литологический состав и состояние подстилающих грунтов;

способ формирования и давность образования массива техногенных грунтов и его отдельных участков, различающихся степенью завершенности процессов самоуплотнения, упрочнения, консолидации и прогнозируемой дополнительной осадки толщи техногенных грунтов и подстилающих их отложений;

строение техногенной толщи грунтов в пределах предполагаемой сферы взаимодействия с сооружением, с учетом выявленных условий формирования; характеристику инженерно-геологических элементов по показателям состава, состояния и свойств грунтов с оценкой их степени неоднородности; наличие в грунтах инородных включений и их характеристику;

возможные изменения режима подземных вод в результате строительного освоения исследуемой территории, которые могут привести к замачиванию техногенных грунтов основания зданий и сооружений, ухудшению их физико-механических свойств и дополнительным осадкам; результаты стационарных наблюдений (если они проводились);

результаты геотехнического контроля для намывных и насыпных грунтов и накопителей промышленных отходов;

характер деформаций существующих зданий и сооружений, связанных с неравномерными осадками техногенных грунтов в основании с определением их причин; опыт строительства и эксплуатации объектов на техногенных грунтах.

9.4.2 Инженерно-геологические изыскания для обоснования проекта предприятий, зданий и сооружений на территории распространения техногенных грунтов следует производить с детальностью (в масштабах) инженерно-геологической съемки в соответствии с 7.4 СП 11-105 (часть I). Инженерно-геологическое картирование исследуемой территории следует осуществлять, как правило, в масштабе 1:2000 — 1:1000.

Детальные крупномасштабные съемки (1:500) следует предусматривать при проектировании ответственных зданий и сооружений, основанием которых является неланомерно образованная толща техногенных грунтов (отвалы, свалки, хвостохранилища и др.) и при соответствующем обосновании в программе изысканий.

9.4.3 Границы территории, охватываемой инженерно-геологической съемкой, и глубину исследования толщи рекомендуется устанавливать в соответствии с 9.3.3, с учетом имеющихся в непосредственной близости от изучаемой территории участков с источниками существующего и потенциально возможного техногенного воздействия.

9.4.4 Бурение скважин следует осуществлять, как правило, с проходкой всей толщи техногенных грунтов.

Горные выработки следует размещать с учетом особенностей строения и рельефа поверхности естественного основания техногенной толщи (наличие депрессий, засыпанных или замытых оврагов), технологического расположения карт формирования техногенных грунтов, в пределах которых предположительно ожидаются различия в свойствах техногенных грунтов.

9.4.5 Предварительную оценку нормативных значений показателей свойств техногенных грунтов при инженерно-геологических изысканиях для сооружений I и II уровня ответственности, а также окончательную их оценку для сооружений III уровня ответственности допускается выполнять в соответствии с приложением Ж.

Определение характеристик свойств грунтов, подстилающих техногенную толщу, следует выполнять как для обычных грунтов.

9.4.6 Полевые методы исследования грунтов, слагающих планомерно образованные насыпные и намывные территории, следует применять в соответствии с требованиями 9.2.6.

При исследовании неланомерно образованных насыпей, отвалов, свалок, хвостохранилищ, характеризующихся чрезвычайно высокой изменчивостью свойств грунтов и незакономерным их изменением в плане и по глубине, объем выполнения полевых опытных работ следует увеличивать.

Испытания штампами основных разновидностей техногенных грунтов следует осуществлять не менее чем с трехкратной повторностью.

При испытании на срез целиков грунта определение показателей прочности в одной точке

следует производить не менее, чем при четырех вертикальных нагрузках.

Точки статического и динамического зондирования рекомендуется совмещать с пунктами прямых определений прочностных и деформационных свойств грунтов с целью последующей экстраполяции результатов испытаний грунтов на однотипные участки исследуемой территории, а также для возможного установления соответствующих корреляционных зависимостей.

При испытаниях грунтов на площадках, сложенных насыпными и намывными водонасыщенными грунтами, рекомендуется измерять поровое давление воды в грунтах при соответствующем обосновании в программе работ.

Определение водопроницаемости (коэффициента фильтрации) техногенных грунтов в зоне аэрации следует производить в соответствии с 9.2.7.

9.4.7 Стационарные наблюдения следует проводить на участках с незавершенными процессами уплотнения и упрочнения техногенных и консолидации подстилающих грунтов, если есть основания предполагать, что они могут повлиять на проектные решения или создать угрозу для устойчивости объектов строительства.

9.4.8 В техническом отчете (заключении) о результатах инженерно-геологических изысканий, выполненных на территории с распространением техногенных грунтов, дополнительно к сведениям, предусмотренным для обычных природных условий, следует приводить материалы изысканий согласно требованиям 9.4.1.

В техническом отчете следует приводить рекомендации по учету специфических особенностей техногенных грунтов при принятии проектных решений и по проведению дальнейших изысканий.

9.5 Инженерно-геологические изыскания для разработки рабочей документации, а также в период строительства и эксплуатации зданий и сооружений

9.5.1 При инженерно-геологических изысканиях для разработки рабочей документации в районах распространения техногенных грунтов на участках расположения отдельных зданий и сооружений следует, с учетом положений 9.1.3, 9.3.1, 9.4.1, дополнительно устанавливать:

условия залегания и распространения техногенных грунтов на участке каждого отдельного здания и сооружения; границы распространения техногенной толщи различной мощности (в плане); наличие рыхлых прослоев грунтов и другие характерные литологические особенности, присущие техногенным грунтам;

уточненные нормативные и расчетные характеристики состава, состояния и физико-механических свойств основных разновидностей техногенных грунтов по результатам лабораторных и полевых исследований, с учетом прогнозируемых изменений на начало проектируемого строительства;

степень завершенности процессов уплотнения и упрочнения толщи техногенных грунтов;

характеристику грунтов (условия залегания, мощность, состав, состояние и свойства, степень консолидации под воздействием дополнительной нагрузки от веса массива техногенных грунтов), подстилающих техногенную толщу, на которые могут опираться (или заглубляться в них) свайные фундаменты;

оценку возможности изменения режима подземных вод в процессе эксплуатации проектируемых и существующих зданий и сооружений;

рекомендации по учету специфических особенностей техногенных грунтов при принятии проектных решений.

9.5.2 В пределах площадки строительства зданий и сооружений и непосредственно прилегающей к ней территории следует проводить инженерно-геологическую рекогносцировку с целью выявления деформаций, связанных с изменениями свойств техногенных грунтов, имевшими место после выполнения изысканий на предыдущей стадии, и выявления техногенных факторов (утечек из подземных коммуникаций, водоемов и др.), которые могут оказать влияние на развитие осадок в толще техногенных и подстилающих природных грунтов исследуемой площадки.

9.5.3 Горные выработки следует размещать, как и в обычных условиях, по контурам и основным осям проектируемых зданий и сооружений в среднем через 15—25 м, но не более 50 м для планомерно образованных толщ и не более 30 м — для непланомерно образованных.

Количество горных выработок в пределах контура здания и сооружения следует принимать не менее четырех, или двух — на каждую секцию жилого дома (с учетом выработок, пройденных на предыдущих этапах изысканий).

9.5.4 Глубину горных выработок следует устанавливать, исходя из необходимости проходки всей толщи техногенных грунтов.

При инженерно-геологических изысканиях на планомерно образованных территориях, сложенных насыпными и намывными грунтами, глубину горных выработок следует устанавливать в соответствии с 7.9 СП 11-105 (часть I).

Для детального изучения строения техногенной толщи и опробования выделенных слоев грунтов для лабораторных исследований их свойств в пределах контуров проектируемых зданий и сооружений повышенного и нормального уровней ответственности следует одну-две горные выработки проходить шурфами с размещением их в местах с предполагаемыми резко различающимися показателями состава, состояния и свойств грунтов.

9.5.5 Показатели прочностных и деформационных свойств техногенных грунтов рекомендуется уточнять по результатам полевых испытаний грунтов штампами и испытаниями целиков на срез.

Пункты полевых испытаний грунтов рекомендуется назначать на участках проектирования наи-

более ответственных зданий и сооружений (тяжелых промышленных и многоэтажных гражданских зданий и др.), а также с наличием в техногенных грунтах крупных включений. Пункты испытаний следует располагать в 3—5 м от опробуемых горных выработок (главным образом, шурфов).

Количество определений характеристик деформируемости и прочности полевыми методами следует устанавливать в зависимости от степени изменчивости характеристик грунтов, но не менее трех для каждого инженерно-геологического элемента в пределах сжимаемой толщи основания, сложенного техногенными грунтами.

На участках зданий и сооружений, проектируемых на свайных фундаментах, следует предусматривать выполнение статического зондирования для установления положения кровли грунтов, подстилающих техногенную толщу, и выделения в них слоев грунтов, которые могут служить для опирания и заглубления в них нижних концов свай и для обеспечения данных для проектирования свайных фундаментов. При этом под каждое здание и сооружение зондирование рекомендуется осуществлять не менее, чем в 6 точках.

9.5.6 Определение водопроницаемости техногенных грунтов в зоне аэрации рекомендуется осуществлять в полевых условиях методами налива воды в шурфы и скважины с вычислением значений коэффициентов фильтрации исследуемых инженерно-геологических элементов (не менее трех опытов для каждого элемента с учетом выполненных ранее определений).

9.5.7 Стационарные наблюдения следует продолжать по существующей сети. Если такая сеть не создана, то ее устройство рекомендуется предусмотреть в проекте строительства объекта на территориях, сложенных неплановомерно образованными отвалами, свалками и т.п.

Стационарные наблюдения следует продолжать также в период строительства и эксплуатации проектируемых и существующих зданий и сооружений (рекомендуемая продолжительность наблюдений на застроенной территории составляет 3—5 и более лет), со сгущением пунктов сети вблизи проектируемых зданий и сооружений с мокрым технологическим процессом и водонесущими коммуникациями, а также на участках размещения наиболее ответственных зданий и сооружений с целью контроля за развитием процесса выщелачивания и своевременного устранения утечек из водонесуших коммуникаций.

9.5.8 Опробование толщ техногенных грунтов (отбор монолитов и образцов грунтов) для определения их свойств в лабораторных условиях следует осуществлять применительно к выделенным инженерно-геологическим элементам (но не реже 1 м по глубине) в пределах всей толщи, а также из залегающих ниже грунтов.

В пределах каждого здания и сооружения (или их группы) следует опробовать не менее 50% горных выработок (главным образом, шурфов), но не менее двух выработок, а при значительной неоднородности грунтов опробование рекомендуется осуществлять во всех горных выработках.

Монолиты и образцы грунтов следует отбирать из горных выработок в количестве не менее 10 для каждого инженерно-геологического элемента с учетом определений на предшествующих этапах изысканий.

9.5.9 В техническом отчете об инженерно-геологических изысканиях на участках отдельных зданий и сооружений, помимо сведений для обычных природных условий следует приводить материалы изысканий (с учетом результатов изысканий на предшествующем этапе) согласно требованиям 9.5.1.

Графическая часть технического отчета должна дополнительно содержать материалы, отражающие результаты обработки полученных данных при изысканиях, непосредственно использованные при составлении текста отчета.

9.5.10 Инженерно-геологические изыскания в период строительства и эксплуатации зданий и сооружений в районах распространения техногенных грунтов выполняются при необходимости осуществления контроля за состоянием грунтов в котлованах и других строительных выемках, а также для получения материалов и данных об изменениях физико-механических свойств техногенных грунтов в процессе строительства и эксплуатации зданий и сооружений.

Инженерно-геологические исследования в период строительства и эксплуатации зданий и сооружений в районах развития техногенных грунтов должны включать:

продолжение стационарных наблюдений за изменением свойств подстилающих пород и техногенных грунтов, начатых на предыдущих стадиях изысканий;

контроль за изменением гидрогеологических условий, продолжение наблюдений за уровнем и составом подземных вод;

отбор контрольных проб техногенных грунтов в котлованах и строительных выемках в процессе их обследования и инженерно-геологической документации, с последующим определением физико-механических свойств грунтов в лаборатории;

выдача рекомендаций по дальнейшему проведению строительных работ, режиму эксплуатации сооружений или необходимости технической мелиорации грунтов, обеспечивающих безаварийное функционирование строительных объектов.

Состав и объемы изыскательских работ устанавливаются в программе изысканий в соответствии с техническим заданием заказчика.

Результаты инженерно-геологических изысканий в период строительства и эксплуатации зданий и сооружений на техногенных грунтах следует представлять в виде технического отчета (заключения), с приложением актов о приемке основания после проведения инженерной подготовки участка к строительству.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(рекомендуемое)

ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Термин	Определение
Специфические грунты	Грунты, изменяющие свою структуру и свойства в результате замачивания, динамических нагрузок и других видов внешних воздействий, обладающие неоднородностью и анизотропией (физической и геометрической), склонные к длительным изменениям структуры и свойств во времени
Район распространения специфических грунтов	Территория (площадка, участок), в пределах которой специфические грунты залегают в сфере взаимодействия зданий и сооружений с геологической средой и оказывают влияние на выбор проектных решений, строительство и эксплуатацию объектов
Просадочность грунта	Способность грунтов к уменьшению объема вследствие замачивания при постоянной внешней нагрузке и(или) нагрузки от собственного веса
Набухание грунта	Способность глинистых грунтов к увеличению объема при постоянной нагрузке вследствие замачивания
Выщелачивание	Растворение и вынос какого-либо вещества из минерала без нарушения его цельности, тогда как при растворении кристалл разрушается полностью
Суффозионное сжатие	Способность засоленных грунтов к уменьшению объема вследствие выщелачивания солей при длительной фильтрации воды и постоянной сжимающей нагрузке
Выветривание	Совокупность процессов физического, химического и биологического разрушения минералов и горных пород верхней части литосферы под влиянием колебаний температуры, влажности, воздействия газов (атмосферных и растворенных в воде), растений и т.п.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
(рекомендуемое)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НОРМАТИВНЫХ ЗНАЧЕНИЙ ОТНОСИТЕЛЬНОЙ ПРОСАДОЧНОСТИ ПРОСАДОЧНЫХ ГРУНТОВ

Предварительную оценку нормативных значений величины относительной просадочности грунтов при инженерно-геологических изысканиях для сооружений I и II уровня ответственности, а также окончательную их оценку для сооружений III уровня ответственности допускается выполнять по их физическим характеристикам в соответствии с таблицей Б.1.

Таблица Б.1

Природная влажность w, %	Вертикальное давление P, МПа	Относительная просадочность ε_{sl} при коэффициенте пористости e						
		0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1
8	0,1	0,008	0,012	0,016	0,020	0,024	0,029	0,033
	0,2	0,016	0,024	0,032	0,041	0,049	0,057	0,066
	0,3	0,020	0,031	0,042	0,053	0,064	0,074	0,085
12	0,1	0,004	0,008	0,012	0,016	0,020	0,025	0,029
	0,2	0,008	0,016	0,024	0,033	0,041	0,049	0,057
	0,3	0,010	0,021	0,031	0,042	0,053	0,064	0,075
16	0,1	0,000	0,004	0,008	0,012	0,016	0,021	0,025
	0,2	—	0,008	0,016	0,024	0,033	0,041	0,049
	0,3	—	0,010	0,021	0,032	0,043	0,053	0,064
20	0,1	—	—	0,004	0,008	0,012	0,017	0,021
	0,2	—	—	0,008	0,016	0,025	0,033	0,041
	0,3	—	—	0,010	0,021	0,032	0,043	0,054
24	0,1	—	—	—	0,004	0,008	0,012	0,017
	0,2	—	—	—	0,008	0,017	0,025	0,033
	0,3	—	—	—	0,011	0,022	0,032	0,043

ПРИЛОЖЕНИЕ В
(рекомендуемое)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НОРМАТИВНЫХ ЗНАЧЕНИЙ СВОБОДНОГО НАБУХАНИЯ И ДАВЛЕНИЯ НАБУХАНИЯ НАБУХАЮЩИХ ГРУНТОВ

Предварительную оценку нормативных значений величины свободного набухания набухающих грунтов (главным образом монтмориллонитовых и полыгорскитовых глин, в меньшей степени — гидрослюдистых и каолинитовых глин) при инженерно-геологических изысканиях для сооружений I и II уровня ответственности, а также окончательную их оценку для сооружений III уровня ответственности допускается выполнять по их физическим характеристикам в соответствии с таблицей В.1, а величину давления набухания — по таблице В.2.

Таблица В.1

Влажность w, д.е.	Величина свободного набухания (д.е.) при плотности в сухом состоянии ρ_d, г/см^3					
	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0
0,02	0,09	0,11	0,14	0,17	Г 0,19	0,22
0,04	0,08	0,10	0,13	0,16	0,18	0,21
0,06	0,07	0,09	В	0,15	0,17	0,20
0,08	0,06	0,09		0,14	0,16	0,19
0,1	0,05	0,08 Б	0,10	0,13	0,15	0,18
0,12	0,04		0,09	0,12	0,14	0,17
0,14	А 0,03	0,06	0,08	0,11	0,13	0,16
0,16	0,02	0,05	0,07	0,10	0,12	0,15
0,18	0,01	0,04	0,06	0,09	0,11	0,14
0,20	0,00	0,03	0,05	0,08	0,10	0,13

Примечание: А — ненабухающие; Б — слабонабухающие; В — средненабухающие; Г — сильнонабухающие.

Таблица В.2

Свободное набухание, д.е.	Давление набухания, МПа
0,04	0,02
0,06	0,05
0,08	0,09
0,10	0,13
0,12	0,17
0,14	0,21
0,16	0,25
0,18	0,29
0,20	0,33
0,22	0,37

ПРИЛОЖЕНИЕ Г
(рекомендуемое)

ИССЛЕДОВАНИЯ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ И ОРГАНИЧЕСКИХ ГРУНТОВ

Таблица Г.1

Общие дешифровочные признаки болот

Структура аэрофотоизображения	Значение дешифровочного признака	Примечание
Прямые дешифровочные признаки		
Зернистая:	Облесенность	
крупнозернистая	Лесные массивы на суходолах и минеральных островах среди болот, хорошо выделяющиеся по крупной густой и равномерной зернистости	Распространены в таежной и лесотундровой зоне
мелкозернистая	Облесение на болотах	Типичны для верховых, переходных и низинных болот. На бугристых и полигональных болотах облесение отсутствует, только иногда встречаются отдельные деревья по контуру
Извилисто-полосатая	Грядово-мочажинный и грядово-озерковый мезорельеф. Гряды — серые извилистые узкие полосы с выраженной зернистостью закономерно чередуются с мочажинами (полосы более светлого или темного тона), иногда с озерками (черные пятна)	Типичные для верховых сфагновых или низинных гипново-осоковых болот. На верховых болотах тон в общем более светлый, чем на низинных
Пятнисто-полосатая	Бугристо-топяной мезорельеф. Серые или белесоватые пятна (бугры) чередуются с темно-серыми полосами (топями) или черными пятнами (озерками)	Бугристые болота зоны многолетней мерзлоты, характерны для северной тайги и лесотундры
Сетчато-полигональная	Полигональный мезорельеф. Серые или темно-серые полигоны окаймлены черными, иногда белесоватыми линиями (трещинами)	Полигональные болота распространены в тундре, иногда в лесотундре
Однородная или мозаично-пятнистая, иногда с мелкой зернистостью, темно-серый или серый тон снимка	Низинные или переходные болота	Распространены в таежной, лесостепной и степной природных зонах
Черные, иногда белесоватые (блики) пятна на общем фоне болота	Озера и озерки на болоте, блики на озерах от солнечных лучей	Распространены на всех типах болот, имеют различную форму и размеры
Темные или черные извилистые линии-полосы на более светлом фоне болота	Внутриболотные речки и ручьи. Часто русло водотоков прослеживается по узкой полосе с мелкозернистой структурой	Распространены на всех типах болот
Обособленные, резко оконтуренные участки с крупнозернистым рисунком на темном или светлом фоне, иногда с мелкой зернистостью	Минеральные острова на болоте, покрытые лесом	Распространены на болотах с сезонным промерзанием торфяной залежи

Продолжение таблицы Г.1

Структура аэрофотоизображения	Значение дешифровочного признака	Примечание
Обособленные участки с редкой крупной зернистостью на фоне пятнисто-полосатой структуры	Минеральные острова на болоте с редколесьем	Распространены на болотах северной тайги и лесотундры
Система черных или темных прямых линий, связанных с гидрографической сетью	Осушительные каналы	Распространены чаще на переходных и низинных, реже — на верховых болотах
Прямоугольные участки, расположенные в определенной системе и ограниченные черными прямыми линиями	Участки болот, используемые под торфоразработку; черные линии —осушительные каналы	Распространены чаще на переходных и низинных, реже — на верховых болотах
Светлые прямые узкие полосы на фоне зернистого рисунка	Просеки на болотах	Распространены на всех типах облесенных болот с сезонным промерзанием торфяной залежи
Светлые или темные плавно извилистые узкие полосы	Гати, дороги, тропы, зимники на болотах	Распространены и хорошо заметны на всех типах болот
Площади светлого фона с прямыми границами среди темных участков с мелкозернистым рисунком	Лесосеки	Распространены среди лесных болот и на облесенных участках моховых болот
Светлые точки на темном с примыкающими к ним с одной и той же стороны черными точками	Стога сена на травяных болотах	Распространены на участках, расположенных вдоль водоемов и водотоков, иногда на окрайке травяных болот
Косвенные дешифровочные признаки		
Концентрическое расположение полосатых линий, центр которых совпадает с генетическим центром болот	Верховое болото с выпуклой формой поверхности	Разная форма выпуклости поверхности выражается на аэрофотоснимке закономерно распределенными микроландшафтами на болотном массиве
Центральная часть массива со слабо выраженными извилисто-полосатыми линиями оконтурена на снимке темной полосой с зернистым рисунком, окрайки светлые или темно-серые	Резко выпуклый болотный массив	В центре болотного массива располагается слабо выраженный грядово-мочажинный комплексный микроландшафт, на склоне — лесные и мохово-лесные микроландшафты, так называемое облесенное кольцо. Окрайки массива заняты моховыми и моховотравяными микроландшафтами
Концентрическое расположение извилисто-полосатых линий, занимающих основную часть болотного массива	Полого выпуклый болотный массив	Грядово-мочажинный комплексный микроландшафт занимает основную часть болотного массива, облесенное кольцо, как правило, отсутствует
Центральная часть болота на снимке представлена извилисто-полосато-пятнистой и полосато-пятнистой, на склонах — извилисто-полосатой структурой	Плоско выпуклый болотный массив, часто сложная болотная система	Центральная часть болотного массива занята грядово-озерковым или озерно-болотным комплексным микроландшафтом, склоны — грядово-мочажинным

Окончание таблицы Г.1

Структура аэрофотоизображения	Значение дешифровочного признака	Примечание
Извилисто-полосатый рисунок располагается перпендикулярно продольной оси болота	Болото с вогнутой формой поверхности типа «запа»	Центральная часть массива занята грядово-мочажинным микроландшафтом переходного типа, окрайки — моховыми или мохово-травяными микроландшафтами верхового типа. Болотные массивы типа «запа» характерны для районов водно-ледникового рельефа

Таблица Г.2

Нормативные значения коэффициента фильтрации торфа в естественном залегании, м/сут

Степень разложения $D_{др}$, д.е.	0,05	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50
Низинный	—	35	8	1,8	0,35	0,09
Верховой	5,0	1,7	0,2	0,02	0,002	0,0002

Таблица Г.3

Нормативные значения физико-механических характеристик погребенного торфа

Характеристика	Обозначение	Единица измерения	Нормативные значения физико-механических характеристик торфа при степени разложения $D_{др}$, д.е.		
			0,2—0,3	0,31—0,4	0,41—0,6
Плотность грунта	ρ	г/см^3	1	1,05	1,2
Плотность частиц грунта	ρ_s	г/см^3	1,50	1,60	1,80
Природная влажность	w	д.е.	3	2,2	1,7
Коэффициент пористости	e		5,5	4	3
Угол внутреннего трения	φ	град.	22	12	10
Удельное сцепление	c	кПа	20	25	30
Модуль деформации	E	МПа	1,1	2	3
Коэффициент бокового давления	ξ		0,24	0,28	0,32

Таблица Г.4

Нормативные значения характеристик прочностных и деформационных свойств глинистых заторфованных грунтов

Показатель текучести I_L	Характеристика грунтов	Нормативные значения характеристик грунтов с относительным содержанием органического вещества I_r = 0,10—0,25 при коэффициенте пористости e		
		1,15	1,25	1,35
$0 \le I_L \le 0,25$	E, МПа	8	7	5,5
	φ, град.	—	—	—
	c, кПа	—	—	—
$0,25 < I_L \le 0,5$	E, МПа	6	5,5	5
	φ, град.	16	15	13
	c, кПа	36	39	42
$0,5 < I_L \le 0,75$	E, МПа	5	4,5	4
	φ, град.	17	16	15
	c, кПа	24	26	28
$0,75 < I_L < 1$	E, МПа	3	3	—
	φ, град.	18	17	—
	c, кПа	17	18	—

ПРИЛОЖЕНИЕ Д
(рекомендуемое)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЗАСОЛЕННЫХ ГРУНТОВ

Таблица Д.1

Нормативные значения плотности частиц засоленных грунтов в зависимости от характера засоления

Содержание солей, %	Плотность частиц грунта ρ_s, г/см^3, при типе засоления						
	NaCl	Na_2SO_4	Na_2CO_3	$MgCl_2$	$MgSO_4$	$CaCl_2$	NaCl+$MgSO_4$
0	2,67						
3	2,66	2,67	2,65	2,65	2,67	2,67	2,67
5	2,66	2,67	2,64	2,64	2,65	2,65	2,65
7	2,64	2,64	2,62	2,62	2,64	2,63	2,64
10	2,64	2,61	2,59	2,59	2,62	2,61	2,62

Таблица Д.2

Нормативные значения прочностных характеристик загипсованных суглинков при различной степени выщелачивания и начальной загипсованности

Начальная загипсованность, %	Параметр	Значения параметров при степени выщелачивания β, %										
		0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
8	D_{sal}, % c, кПа φ, град.	8 110 30	7,2 109 28,5	6,5 108 27	5,7 103 26,5	5 92 26	4,2 84 26	3,4 76 26	2,5 67 26	1,7 58 26	0,3 50 26	0 44 26
12	D_{sal}, % c, кПа φ, град.	12 125 34	10,9 105 31,5	9,8 90 29	8,7 78 28	7,6 0,066 27,5	6,4 0,055 27,5	5,2 0,048 27,5	3,9 0,042 27,5	2,6 0,04 27,5	1,3 0,04 27,5	0 0,04 27,5
16	D_{sal}, % c, кПа φ, град.	16 0,118 31	14,6 0,10 30	13,2 0,085 29	11,8 0,07 28,5	10,2 60 28	8,7 55 28	7,1 52 28	5,4 50 28	3,7 50 28	1,9 50 28	0 50 28
20	D_{sal}, % c, кПа φ, град.	20 72 36	18,4 53 35,5	16,7 36 35	14,9 26 34	13,4 26 33	11,1 25 32	10 25 31	7 25 30,5	4,8 25 30	2,7 25 29,5	0 25 29,5
30	D_{sal}, % c, кПа φ, град.	30 30 32	27,8 25 32	25,5 20 31	23,1 15 31	20,4 10 31	17,6 5 31	14,6 5 30	11,4 5 30	7,9 5 30	4,1 5 30	0 5 30

Примечание: D_{sal} — степень засоленности — количество воднорастворимых солей в грунте

Таблица Д.3

Нормативные значения прочностных характеристик загипсованных супесей при различной степени выщелачивания и начальной загипсованности

Начальная загипсованность, %	Параметр	Значения параметров при степени выщелачивания β, %							
		0	10	20	30	40	50	60	70
10	D_{sal}, % c, кПа φ, град.	10,0 3 33,0	9,1 3 33,5	8,2 3 34,0	7,2 2,5 34,5	6,3 2,5 35,0	5,3 2 35,0	4,3 2 35,5	3,2 2 35,5
20	D_{sal}, % c, кПа φ, град.	20,0 0 34,0	18,4 0 34,5	16,7 0 34,5	14,9 0 35,0	13,1 0 35,0	11,1 0 35,0	8,2 0 35,5	7,0 0 36,0
30	D_{sal}, % c, кПа φ, град.	30,0 0 33,0	27,8 0 33,5	25,6 0 34,0	23,1 0 34,5	20,4 0 35,0	17,6 0 35,0	14,6 0 35,0	11,4 0 35,0
40	D_{sal}, % c, кПа φ, град.	40,0 8 31,5	37,5 6 32,5	34,8 5 33,5	31,8 4 34,0	28,6 3 34,0	25,0 2 34,5	21,3 1 34,5	16,7 1 34,5
50	D_{sal}, % c, кПа φ, град.	50,0 15 31,5	47,5 13 32,5	44,5 10 33,5	41,2 7 34,0	37,5 5 34,0	33,2 4 34,5	28,5 3 34,5	23,0 2 34,5

Таблица Д.4

Нормативные значения плотности сухого грунта, коэффициента фильтрации и относительного суффозионного сжатия загипсованных суглинков

Степень засоления	Содержание гипса, %	Плотность сухого грунта, г/см^3	Коэффициент фильтрации, см/с	Относительное суффозионное сжатие ε_{sf}
Незагипсованный	<5	1,60—1,65	10^{-7}	<0,005
Слабозагипсованный	5—10	1,55—1,60	10^{-6}—10^{-7}	0,005—0,01
Среднезагипсованный	10—20	1,45—1,55	10^{-5}—10^{-6}	0,10—0,05
Сильнозагипсованный	20—35	1,40—1,50	10^{-4}—10^{-5}	0,05—0,18
Избыточнозагипсованный	>35	1,25—1,40	10^{-3}—10^{-4}	>0,18

Таблица Д.5

Нормативные значения плотности сухого грунта, коэффициента фильтрации и относительного суффозионного сжатия загипсованных супесей

Степень засоления	Содержание гипса, %	Плотность сухого грунта, г/см^3	Коэффициент фильтрации, см/с	Относительное суффозионное сжатие ε_{sf}
Незагипсованный	<5	1,45—1,55	10^{-6}	<0,01
Слабозагипсованный	5—10	1,40—1,50	10^{-5}—10^{-6}	0,01—0,03
Среднезагипсованный	10—20	1,35—1,45	10^{-4}—10^{-5}	0,04—0,10
Сильнозагипсованный	20—30	1,35—1,40	10^{-3}—10^{-4}	0,10—0,17
Избыточнозагипсованный	>30	1,30—1,40	10^{-3}—10^{-4}	>0,17

ПРИЛОЖЕНИЕ Е
(рекомендуемое)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ОСНОВНЫХ РАЗНОВИДНОСТЕЙ ЭЛЮВИАЛЬНЫХ ГРУНТОВ

Таблица Е.1

Виды песков	Наименование характеристики	Нормативные значения c, кПа, φ, град., E, МПа при коэффициенте пористости e, равном						
		0,45	0,55	0,65	0,75	0,85	1,0	1,2
Дресвянистые	E, МПа	44	33	24	18	15	14	—
	c, кПа	45	41	39	37	35	34	—
	φ, град.	34	31	28	25	22	19	—
Крупные и средней крупности	E, МПа	44	31	22	14	13	—	—
	c, кПа	41	35	29	23	19	—	—
	φ, град.	32	30	27	24	3	—	—
Пылеватые	E, МПа	48	40	29	21	16	12	10
	c, кПа	58	51	44	39	33	29	24
	φ, град.	34	30	27	24	22	20	18

Примечания

1 Приведенные данные распространяются на:

элювиальные пески, образованные при выветривании кварцсодержащих магматических пород; при этом мелкие пески практически отсутствуют, а крупные и средней крупности — мало отличаются по механическим свойствам;

элювиальные слабоструктурные грунты с прочностью на одноосное сжатие при природной влажности R_c < < 0,2 МПа.

2 *Использование приведенных данных для песчаных сапролитов допускается только для предварительных* расчетов оснований зданий и сооружений независимо от их уровня ответственности.

Таблица Е.2

Виды связных грунтов	Показатель текучести I_L	Наименование характеристики	Нормативные значения c, кПа, φ, град., E, МПа при коэффициенте пористости e, равном						
			0,55	0,65	0,75	0,85	0,95	1,05	1,2
Супеси	$I_L < 0$	E, МПа	37	30	25	20	15	10	—
		c, кПа	47	44	42	41	40	39	—
		φ, град.	34	31	28	26	25	24	—
	$0 \le I_L \le 0,75$	E, МПа	25	18	14	12	11	—	—
		c, кПа	42	41	40	39	38	—	—
		φ, град.	31	28	26	25	25	—	—
Суглинки	$0 \le I_L \le 0,25$	E, МПа	27	25	23	21	19	17	14
		c, кПа	57	55	54	53	52	51	50
		φ, град.	24	23	22	21	20	19	18
	$0,25 < I_L \le 0,5$	E, МПа	—	19	16	14	13	12	11
		c, кПа	—	48	46	44	42	40	37
		φ, град.	—	22	21	20	19	18	17
	$0,5 < I_L \le 0,75$	E, МПа	—	—	15	13	11	10	9
		c, кПа	—	—	41	36	32	29	25
		φ, град.	—	—	20	19	18	17	16
Глины	$0 \le I_L \le 0,25$	E, МПа	—	19	18	17	16	15	—
		c, кПа	—	62	60	58	57	56	—
		φ, град.	—	20	18	18	17	16	—

Продолжение табл. Е.2

Виды связных грунтов	Показатель текучести I_L	Наименование характеристики	Нормативные значения c, кПа, φ, град., E, МПа при коэффициенте пористости e, равном						
			0,55	0,65	0,75	0,85	0,95	1,05	1,2
Глины	$0,25 < I_L \le 0,5$	E, МПа	—	14	12	10	9,5	—	—
		c, кПа	—	54	50	47	44	—	—
		φ, град.	—	17	15	13	12	—	—

Примечания

1 Приведенные данные распространяются на:

элювиальные связные грунты, в которых содержание крупнообломочных частиц ($d \ge 2$ мм) не превышает 20 % по массе.

элювиальные слабоструктурные грунты с прочностью на одноосное сжатие при природной влажности $R_c <$ < 0,2 МПа.

2 Использование приведенных данных для пылевато-глинистых сапролитов допускается только для предварительных расчетов оснований зданий и сооружений независимо от их уровня ответственности.

3 При назначении нормативных характеристик необходимо учитывать генезис исходных пород, умножая величины c, φ, и E на соответствующие коэффициенты k_{bc}, $k_{b\varphi}$ и k_{bE}, приведенные в таблице Е.3.

Таблица Е.3

Наименование исходных пород	Корректирующие коэффициенты к характеристикам		
	k_{bc}	$k_{b\varphi}$	k_{bE}
Магматические интрузивные:			
граниты, диориты, сиениты	0,85	1,00	1,10
габбро, перидотиты, дуниты и др.	1,2	1,05	1,20
Магматические эффузивные	1,05	0,95	0,90
Метаморфические	0,90	0,95	0,80

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж
(рекомендуемое)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ОСНОВНЫХ РАЗНОВИДНОСТЕЙ ТЕХНОГЕННЫХ ГРУНТОВ

Таблица Ж.1

Наименование техногенных грунтов	Разновидность	Физико-механические характеристики			
		Плотность грунта ρ, г/см^3	Угол внутреннего трения φ, град.	Сцепление c, МПа	Модуль деформации E, МПа
Вскрышные породы	Песчаные	1,4—1,7	20—30	0,002-0,004	15—20
	Глинистые	1,5—1,8	15—20	0,030—0,050	5—15
Хвосты	Мелкие	1,5—1,8	27—31	0,003—0,005	10—15
	Пылеватые	1,4—1,6	25—28	0,001—0,002	5—10
Шлаки	доменные	1,4—1,9	30—40	0,020—0,040	30—60
	мартеновские	1,6—2,4	20—35	0,01—0,03	15—40
Колошниковая пыль		1,6—2,2	15—25	0,010—0,030	10—30
Золошлаки	Намывные	0,6—1,2	20—26	0,001—0,005	2—10

Примечание — Приведенные в таблице характеристики распространяются на свежеобразованные грунты. Для слежавшихся грунтов, в которых процесс самоуплотнения завершен (9.2.1, табл. 9.1), значения прочностных характеристик могут быть увеличены на 20—30 %, а модуль деформации в 1,5—2 раза.

Таблица Ж.2

Наименование намывных песков	Обозначения характеристик	Значения c(кПа), φ(град.), E(МПа) при плотности сложения		
		рыхлые	средней плотности	плотные
Средней крупности	c, кПа	≤0,002	0,001—0,004	0,002—0,006
	φ, град.	29—31	32—35	36—40
	E, МПа	10—20	21—30	31—50
Мелкие	c, кПа	≤0,003	0,002—0,005	0,004—0,008
	φ, град.	24—28	29—32	30—36
	E, МПа	10—13	14—20	20—30
Пылеватые	c, кПа	≤0,004	0,003—0,006	0,006—0,010
	φ, град.	22—25	26—28	29—34
	E, МПа	3—9	10—19	20—24

Примечания

1 Приведенные в таблице характеристики распространяются на неводонасыщенные пески, процесс стабилизации которых завершен (9.2.1, табл. 9.2), уложенные при надводном, безэстакадном способе намыва.

2 Меньшие значения характеристик соответствуют более дисперсным пескам данного вида, неоднородным ($K_{60/10} > 3$), с окатанными, гладкими зернами; большие значения характеристик соответствуют менее дисперсным пескам данного вида, однородным ($K_{60/10} < 3$), с угловатыми, шероховатыми зернами.

УДК 624.131

Ключевые слова: инженерно-геологические изыскания для строительства, специфические грунты, просадочные грунты, набухающие грунты, органоминеральные и органические грунты, засоленные грунты, элювиальные грунты, техногенные грунты, лабораторные и полевые определения свойств грунтов, расчетные и нормативные значения характеристик грунтов, прогноз изменений физико-механических свойств грунтов.

Издание официальное

СВОД ПРАВИЛ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ И СТРОИТЕЛЬСТВУ

СП 11-105-97. Инженерно-геологические изыскания для строительства

Часть III. Правила производства работ в районах распространения специфических грунтов

Зав. изд отд. *Л.Ф.Калинина*
Технический редактор *Т.М. Борисова*
Корректор *С.Ю. Свиридова*
Компьютерная верстка *Л.Н. Аверьянова*

Подписано в печать 01.11.97. Формат 60×84 $^1/_8$
Печать офсетная. Усл. печ. л. 8,9. Тираж 50 экз Заказ № 2297

Федеральное государственное унитарное предприятие
«Центр проектной продукции в строительстве» (ФГУП ЦПП)
127238, Москва, Дмитровское ш., 46, корп. 2.
Тел/факс: (095) 482-42-65 — приемная.
Тел. (095) 482-42-94 — отдел заказов;
(095) 482-41-12 — проектный отдел;
(095) 482-42-97 — проектный кабинет

ДЛЯ ЗАМЕТОК

ДЛЯ ЗАМЕТОК

ВНИМАНИЕ!

Письмом Госстроя России от 15 апреля 2003 г. № НК-2268/23 сообщается следующее.

Официальными изданиями Госстроя России, распространяемыми через розничную сеть на бумажном носителе и имеющими на обложке издания соответствующий голографический знак, являются:

справочно-информационные издания: «Информационный бюллетень о нормативной, методической и типовой проектной документации» и Перечень «Нормативные и методические документы по строительству», издаваемые Государственным унитарным предприятием — Центр проектной продукции в строительстве (ГУП ЦПП), а также научно-технический, производственный иллюстрированный журнал «Бюллетень строительной техники» издательства «БСТ», в которых публикуется информация о введении в действие, изменении и отмене федеральных и территориальных нормативных документов;

нормативная и методическая документация, утвержденная, согласованная, одобренная или введенная в действие Госстроем России, издаваемая ГУП ЦПП.

gost.e-ecolog.ru