

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

**УЧЕРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

КАФЕДРА ГЕОТЕХНИКИ И ТЕХНИЧЕСКИХ КОММУНИКАЦИЙ

ГРИЦУК М.С.

**ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗЫСКАНИЯ
ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ДОРОГ, ДОРОЖНЫХ
СООРУЖЕНИЙ И АЭРОДРОМОВ**

Курс лекций для студентов специальности
1-70 03 01 «Автомобильные дороги»

Издание 3-е, переработанное и дополненное в соответствии с
ТКП 45-1.02-233-2011

Брест 2015

БКК 38.2:26.3 Я.73
УДК 624.131.551
Г85

Рецензенты: Профессор кафедры технологии и строительного производства
БрГТУ, к.т.н. *В.Н. Черноиван*.
Главный инженер РУП «Бреставтодор» *О.Р. Чумичев*.

Грицук М.С.
Г97 Инженерно-геологические изыскания при строительстве дорог, дорожных сооружений и аэродромов. Курс лекций для студентов специальности 1-70 03 01 «Автомобильные дороги». Издание 3-е, переработанное и дополненное в соответствии с ТКП 45-1.02-233-2011. Курс лекций. – Брест: Издательство УО «БрГТУ», 2015. – 132 С.

ISBN 978-985-493-321-4

Курс лекций по дисциплине «Инженерно-геологические изыскания для строительства дорог, дорожных сооружений и аэродромов» предназначен для студентов специальности 70 03 01 «Автомобильные дороги»

БКК 38.2:26.3 Я.73
УДК 624.131.551

ISBN 978-985-493-321-4

© Грицук, 2015
© Издательство БрГТУ, 2015

ВВЕДЕНИЕ

Инженерно-геологические изыскания (ИГИ) при строительстве автомобильных дорог, дорожных сооружений и аэродромов являются основополагающими факторами при проектировании и строительстве путей сообщения и примыкающих к ним различных зданий и сооружений.

Целью изучения дисциплины является необходимость дать студентам основные положения ИГИ при строительстве автомобильных дорог, дорожных сооружений и аэродромов. Современные автомобильные дороги предназначаются для движения автомобилей с высокой скоростью, и они должны быть запроектированы и построены таким образом, чтобы транспортные средства могли реализовать свои динамические качества при нормальном режиме работы двигателя, чтобы на поворотах, подъемах и спусках транспортное средство, на разрешенной скорости находилось в безопасном положении.

Задачей инженерно-геологических и гидрогеологических изысканий (ИГИ и ГГИ) при строительстве дорожных сооружений и аэродромов является комплексное изучение условий участков строительства и получения данных, необходимых для технически правильного и экономически целесообразного решения вопросов проектирования, строительства и эксплуатации возводимых объектов, а также составления прогноза изменения окружающей среды под влиянием деятельности возводимых объектов.

Основной задачей при прохождении курса является обучение будущего специалиста современным знаниям по:

- оценке геологических и гидрологических условий в районе строительства,
- обоснованию наиболее рациональных видов и способов подготовки оснований при строительстве дорог, фундаментов транспортных сооружений и аэродромов,
- разработке рекомендаций, необходимых для инженерной подготовки трасс и строительных площадок,
- оценке процессов и явлений на поверхности земной коры, обусловленных динамикой движения транспортных средств и движением поверхностных вод.

В результате изучения курса студент должен знать: основные показатели физико-механических свойств горных пород, их генезис, законы гидродинамики подземных и поверхностных вод, а также основные положения по методике проведения инженерно-геологических исследований при строительстве дорог, дорожных сооружений и аэродромов. При этом студент должен уметь использовать результаты данных изысканий, читать геологические карты, разрезы и другие документы при выполнении дорожно-строительных и проектных работ.

Курс лекций по дисциплине «Инженерно-геологические изыскания при строительстве автомобильных дорог, дорожных сооружений и аэродромов» в основном базируется на данных и требованиях, изложенных в строительных нормах Республики Беларусь БНБ 01 02 01-96 «Инженерные изыскания для строительства» [1] и ТПК 45-1.02-233-2011 «Инженерные изыскания для объектов дорожного строительства» [2].

Дополнительная литература [1-6] использовалась при разработке отдельных вопросов изысканий и определения физико-механических и прочностных показателей грунтов.

Общие положения

В соответствии с нормами [1] и [2] при изысканиях для дорожного строительства должны выполняться следующие требования:

1 Инженерные изыскания для объектов дорожного строительства должны выполнять специалисты, имеющие соответствующую квалификацию и достаточный опыт работы.

2 Инженерные изыскания для объектов дорожного строительства (далее – инженерные изыскания) необходимо выполнять в соответствии с действующими законодательными и нормативными правовыми актами Республики Беларусь. Инженерные изыскания выполняют юридические и физические лица, имеющие лицензию на их производство, согласно действующему законодательству.

3 Регистрацию (выдачу разрешений) на производство инженерных изысканий осуществляет в установленном порядке геослужба Комитета по архитектуре и строительству облисполкома либо Государственный комитет по имуществу Республики Беларусь, а также для города Минска – КУП «Минский городской центр инжиниринговых услуг» Комитета архитектуры и градостроительства Мингорисполкома.

4 Инженерные изыскания выполняют на следующих стадиях:

- обоснование инвестирования в строительство объектов;
- разработка архитектурного проекта;
- разработка строительного проекта;
- в период строительства и, в случае необходимости, после окончания строительства.

5 Исполнители инженерных изысканий устанавливают геодезические пункты (центры), осуществляют проходку горных выработок (буровых скважин, шурфов) с обустройством сети стационарных наблюдений, отбирают пробы грунта, воздуха, воды, стоков, выбросов, атмосферных осадков и промышленных отходов. Выполняют подготовительные и сопутствующие работы (расчистку и планировку площадок, рубку визирок, устройство подъездных дорог на период изысканий, переездов, переправ и других временных сооружений), необходимые для производства инженерных изысканий.

6 Основанием для выполнения инженерных изысканий является договор (контракт) между заказчиком и исполнителем с приложениями:

- техническим заданием на выполнение работ;
- календарным планом работ;
- расчетом стоимости изыскательских работ;
- дополнительными соглашениями к договору при изменении состава, сроков и условий выполнения работ.

7 Техническое задание на выполнение инженерных изысканий (далее – техническое задание) составляет и утверждает заказчик.

Техническое задание выдается как на весь комплекс инженерных изысканий, так и отдельно по видам инженерных изысканий и стадиям проектирования и оформляется в соответствии с приложениями А и Б.

Техническое задание должно соответствовать требованиям СНБ 1.02.01 и содержать:

- вид работ (строительство, реконструкция, ремонт, техническое перевооружение, консервация, ликвидация);

- необходимые исходные данные для обоснования мероприятий по рациональному использованию и охране природной среды, обеспечения устойчивости проектируемых объектов дорожного строительства и безопасных условий жизни населения;

- состав инженерных изысканий;

- дополнительные требования к производству отдельных видов инженерных изысканий, включая отраслевую специфику проектируемого сооружения;

- сведения о необходимости выполнения исследований в процессе инженерных изысканий;

- требования к оценке опасности и риска от природных и техногенных процессов;

- требования к составу, срокам, порядку и форме представления изыскательских работ заказчику;

- наименование и местонахождение организации заказчика, фамилию, инициалы и номер телефона (факса) ответственного представителя заказчика.

8 К техническому заданию прилагают графические и текстовые документы (копии или оригиналы), необходимые для организации и проведения инженерных изысканий на соответствующей стадии (этапе) проектирования: топографические карты, инженерно-топографические планы и разрезы (профили); ситуационные планы (схемы) с указанием границ площадок, участков и направлений трасс; генеральные планы (схемы) с контурами проектируемых зданий и сооружений; картограммы; решения районного, городского и областного исполнительных комитетов о предварительном согласовании места размещения площадок (трасс) и разрешения на проведение проектно-изыскательских работ или решения городского и районного исполнительных комитетов о разрешении проведения геодезических и других изыскательских работ на соответствующих земельных участках; договоры с собственниками земли и другие необходимые материалы.

Требования к составу и видам работ, указанным в техническом задании, регламентируются ТКП 068-2011.

Заказчик несет ответственность за полноту и достоверность изложенных в техническом задании сведений и требований к производству инженерных изысканий и к отчетным материалам, а также за своевременное предоставление изменений и дополнений к техническому заданию, которые следует считать его неотъемлемой частью.

Выполнение инженерных изысканий при отсутствии технического задания или при его несоответствии требованиям СНБ 1.02.01 не допускается.

9 Исполнитель разрабатывает программу инженерных изысканий. При отсутствии требования заказчика о включении программы инженерных изысканий в состав договора (контракта) допускается вместо нее составлять предписание на производство инженерных изысканий.

9.1 Программа инженерных изысканий является основным документом при проведении изыскательских работ, должна соответствовать техническому заданию заказчика и содержать:

- цели и задачи инженерных изысканий;
- характеристику степени изученности природных условий территории по материалам ранее выполненных инженерных изысканий и других архивных данных, а также оценку возможности использования этих материалов и данных;
- краткую характеристику природных и техногенных условий района;
- обоснование, при необходимости, расширения границ территории проведения инженерных изысканий;
- обоснование применения современных нестандартизированных технологий производства инженерных изысканий в различных природных и техногенных условиях;
- перечень мероприятий по охране окружающей среды, исключению ее загрязнения и предотвращению ущерба при выполнении инженерных изысканий;
- требования к организации и производству изыскательских работ (состав, объем, методы, технология, последовательность, место и время производства отдельных видов работ), к контролю качества выполненных работ;
- сведения по метрологическому обеспечению;
- перечень и состав отчетных материалов, сроки их представления.

К программе инженерных изысканий для строительства должна быть приложена копия технического задания и другая информация, необходимая для производства изыскательских работ.

9.2 Предписание на производство инженерных изысканий должно соответствовать техническому заданию заказчика и содержать:

- цели и задачи инженерных изысканий;
- сроки выполнения инженерных изысканий и состав изыскательского подразделения (партия, отряд и т. д.);
- расчет сроков выполнения отдельных видов работ, их состав, последовательность и методы выполнения;
- перечень мероприятий по обеспечению безопасных условий труда, охраны здоровья, по санитарно-гигиеническому и энергоинформационному благополучию работающих;
- данные для разбивки геодезической основы с целью производства изыскательских работ;
- перечень мероприятий по контролю качества выполненных изыскательских работ;
- перечень и состав отчетных материалов, сроки их представления.

10 В случае выявления в процессе инженерных изысканий сложных природных и техногенных условий (в связи с недостаточной изученностью территории объекта строительства на предшествующих этапах работ и стадиях проектирования), которые могут оказать неблагоприятное влияние на строительство и эксплуатацию сооружений объектов дорожного строительства и среду обитания, исполнитель инженерных изысканий должен поставить в известность

заказчика о необходимости дополнительного изучения и внесения изменений и дополнений в программу инженерных изысканий и в договор (контракт) в части увеличения продолжительности и (или) стоимости работ.

11 После окончания инженерных изысканий земельные участки должны быть приведены в состояние, пригодное для их использования по целевому назначению. При отборе образцов с покрытия существующих дорог заделку лунок производит эксплуатирующая служба в соответствии с планом обустройства места дорожных работ, согласованным с Управлением Государственной автомобильной инспекции.

12 Средства измерений, приборы и автомобильной инспекции (УГАИ) и с организацией-заказчиком испытательное оборудование, применяемые при инженерных изысканиях, должны быть проверены в соответствии с требованиями ТКП 8.003-2011 или откалиброваны в соответствии с требованиями СТБ 8014-2000.

Организации, выполняющие инженерные изыскания, ведут учет средств измерений, приборов и испытательного оборудования, подлежащих поверке.

13 Инженерные изыскания следует выполнять, как правило, в три этапа: подготовительный, полевой и камеральный.

13.1 Подготовительный этап инженерных изысканий включает:

- получение технического задания и подготовку договорной документации;
- сбор и обработку материалов инженерных изысканий прошлых лет на район (участок трассы, площадку) изысканий, получение высот и координат пунктов нивелирования и полигонометрии в Государственном центре картографо-геодезических материалов и данных Республики Беларусь;
- подготовку программы (предписания) инженерных изысканий в соответствии с требованиями, приведенными в техническом задании заказчика, с учетом опасных природных и техногенных условий территории;
- осуществление в установленном порядке регистрации (получение разрешений) на производство инженерных изысканий;
- согласование с Госавтоинспекцией и эксплуатирующей организацией плана обустройства места изыскательских работ предупреждающими дорожными знаками и ограждениями.

13.2 Полевой этап инженерных изысканий включает комплекс полевых работ в соответствии с СНБ 1.02.01 и необходимый объем вычислительных и других работ по предварительной обработке полученных материалов и данных для обеспечения контроля их качества, полноты и точности.

13.3 Камеральный этап инженерных изысканий включает:

- окончательную обработку материалов и данных полевого этапа изысканий, оценку точности полученных результатов с необходимой для проектирования и строительства информацией об объектах, ситуации и рельефе местности. О подземных и надземных сооружениях с указанием их технических характеристик, а также об опасных природных и техноприродных процессах;
- составление и передачу заказчику отчета об инженерных изысканиях (пояснительной записки) с необходимыми приложениями по результатам выполненных инженерных изысканий;

– передачу в установленном порядке отчетных материалов выполненных инженерных изысканий местным органам архитектуры и строительства, в зоне деятельности которых выполнялись инженерные изыскания;

– передачу отчета о выполненных геодезических и картографических работах в установленном порядке в организацию, уполномоченную на формирование, ведение и хранение государственного картографо-геодезического фонда Республики Беларусь.

13.4 Полевой этап инженерных изысканий должен выполняться в строгом соответствии с требованиями нормативных документов по охране труда, пожарной безопасности и охране окружающей среды.

13.5 По результатам полевого этапа инженерных изысканий составляют отчет об инженерных изысканиях в соответствии с СНБ 1.02.01 (приложение Б).

13.6 Техническую документацию полевого и камерального этапов инженерных изысканий следует вести с соблюдением требований СТБ 21.302-99 (3.1 – 3.18 и приложения А – Э).

ГЛАВА I. ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ, РЕШАЕМЫЕ ПРИ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЯХ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ДОРОГ, ДОРОЖНЫХ СООРУЖЕНИЙ И АЭРОДРОМОВ

1.1. Задачи инженерно-геологических исследований

ИГИ проводятся для обоснования проектирования различных видов строительства, разведки месторождений полезных ископаемых и других различных инженерных мероприятий.

Основными задачами ИГИ являются:

- изучение инженерно-геологических, геоморфологических и гидрогеологических условий строительной площадки;
- изучение современных геологических и гидрогеологических процессов, происходящих в земной коре;
- изучение свойств горных пород и грунтов.

В зависимости от своего назначения ИГИ выполняются:

- до проектирования,
- в период строительства,
- в период эксплуатации зданий и сооружений.

Основной объем ИГИ производится до проектирования строительных объектов. На этом этапе ИГИ обеспечивают получение данных, связанных:

- с геологией и гидрогеологией местности,
- со свойствами горных пород и грунтов,
- с получением инженерных выводов.

Изучение геологии и гидрогеологии местности позволяет установить наиболее удобный участок для строительства и эксплуатации данного вида здания или сооружения.

Изучение свойств грунтов и горных пород позволяет определить их пригодность для строительства того или другого вида здания, или сооружения, а также составить представление о наличии в данном районе соответствующих строительных материалов. Важное значение при ИГИ имеют инженерные выводы. Так, в период строительства при отрывке котлованов производят сопоставление наблюдаемых видов горных пород с данными, полученными в период ИГИ до проектирования. При наличии расхождений назначают дополнительные исследования и вносят соответствующие поправки в проект.

При эксплуатации объектов необходимо проводить работы, связанные с определением их прочности и устойчивости. К этому периоду относят работы, получившие название ИГ экспертизы.

Объем ИГИ зависит от:

- стадий проектирования,
- геологической изученности района,
- сложности геологического строения,
- свойств грунтов горных пород,

– конструктивными особенностями проектируемых дорог, мостов, зданий и сооружений.

ИГИ разделяют на три этапа: подготовительный, полевой и камеральный.

1.2. Дополнительные требования, предъявляемые к изысканиям при проектировании и строительстве автомобильных дорог, дорожных сооружений и аэродромов

Инженерные изыскания выполняются в порядке, установленном законодательством Республики Беларусь, и в соответствии с требованиями нормативных документов Государственной системы технического нормирования и стандартизации в области строительства, а также строительных норм, стандартов и других документов, если они утверждены или их применение согласовано. При этом, допускается использование законченных научно-технических разработок, за результаты применения которых организация несет ответственность.

Инженерно-геологические изыскания должны обеспечивать комплексное изучение инженерно-геологических и инженерно-геоэкологических (ИГ и ИГЭ) условий района изысканий с целью получения материалов и данных, необходимых для обоснования размещения объектов, их проектирования, строительства и эксплуатации; а также составления прогноза изменения геологических и экологических условий с учетом взаимодействия новых объектов с существующими.

ИГИ должны обеспечивать комплексное изучение инженерно-геологических условий территорий: геоморфологических условий рельефа, геологического строения, состава, состояния и свойств грунтов, а также поиск и разведку местных строительных материалов.

Геоэкологические исследования в составе ИГИ должны обеспечивать изучение инженерно-геоэкологических условий: характера, интенсивности и распространения загрязнения грунтов и подземных вод, на активизацию опасных геологических процессов и состояние поверхностной гидросферы, растительного покрова и атмосферы.

ИГЭ изыскания выполняются согласно требованиям строительных норм [1] и соответствующих нормативных документов.

1.3. Исследования на различных стадиях проектирования

При изысканиях для предпроектной документации и рабочего проекта применяется поэтапная организационно-технологическая схема. Этапы выделяются в зависимости от сложности ИГ и ИГЭ условий, класса ответственности, количества зданий, состава изысканий, объемов работ и методов исследований. Организационные этапы определяются сроками представления заказчику данных результатов исследований.

Технологические этапы определяются специалистом, ведущим изыскания. Задачи начального этапа:

- уточнение рабочей гипотезы ИГ и инженерно-геоэкологических (ИГЭ) условий,
- предварительная оценка геологического строения и свойств грунтов,

- определение видов и объемов работ,
- определение методов испытаний.

Другие технологические этапы могут быть связаны с окончанием работ или согласования с проектировщиком хода изысканий.

В состав ИГИ входят следующие их виды:

- ИГ рекогносцировка,
- ИГ съемка,
- ИГ разведка,
- ИГИ в период строительства,
- ИГИ по окончанию строительства.

1.3.1. Инженерно-геологическая рекогносцировка

ИГ рекогносцировка проводится как самостоятельный вид ИГИ, или как начальный этап съемки и разведки.

Съемка выполняется при изысканиях для предпроектной документации и проекта. Разведка выполняется для рабочего проекта и рабочей документации. В период строительства и по его окончании выполняются работы, предусмотренные заданием на изыскания и программой изыскательских работ.

Основные задачи рекогносцировки:

- оценка полноты имеющейся информации об ИГ и ИГЭ условиях территории,
- сравнительная оценка ИГ и ИГЭ условий намеченных вариантов участка или трассы,
- выявление изменений ИГиЭ условий за определенный период, их характера и причин,
- уточнение на местности расположения точек проведения работ и подхода к ним технических средств.

При рекогносцировке ведутся маршрутные наблюдения состояния рельефа местности и выполняются другие виды работ, предусматриваемые программой изысканий.

Рекогносцировка, проводимая как самостоятельный вид изысканий, завершается составлением отчета с характеристикой работ и их результатов. К отчету прилагаются необходимые материалы: карты, разрезы, колонки, графики, таблицы и др.

1.3.2. Инженерно-геологическая съемка

Инженерно-геологическая съемка (ИГС) представляет собой комплексное изучение геологии, гидрогеологии, геоморфологии и других условий района строительства. Эти исследования дают возможность оценить данную территорию со строительной точки зрения. Масштабы ИГС определяются детальностью ИГИ и могут приниматься от 1:200000 до 1:5000 и крупнее.

При геологических исследованиях определяются условия залегания пород, их мощность, возраст, тектонические и др особенности. Для каждого слоя записывают наименование породы, состав, примеси и другие показатели. На карте указывается местонахождение обнажений. Районы, где наблюдается большое

количество обнажений, называют открытыми, а при отсутствии их – закрытыми. В закрытых участках геологическое строение изучают с помощью разведочных выработок.

При ИГС изучают гидрогеологические условия (ГГУ) для выяснения глубины залегания подземных вод, их режима и химического состава; выявляют геологические явления и процессы, влияющие на устойчивость зданий и сооружений. Изучают опыт строительства на данной территории, определяют физико-механические и прочностные свойства пород полевыми и лабораторными методами.

Геоморфологические исследования определяют характер рельефа, его возраст и происхождение. По данным исследований составляется геоморфологическая карта района строительства для проектируемого объекта.

1.3.3. Виды работ, проводимые при инженерно-геологических изысканиях

При ИГИ производятся следующие виды работ:

- предварительные камеральные работы,
- маршрутные наблюдения,
- аэровизуальные наблюдения,
- геофизические исследования,
- проходка горных выработок,
- полевые исследования грунтов,
- лабораторные исследования грунтов и подземных вод,
- гидрогеологические исследования,
- стационарные наблюдения,
- обследование оснований зданий и сооружений,
- специальные полевые и лабораторные исследования (испытания, определения, наблюдения, моделирование),
- текущая и итоговая обработка материалов исследований.

Полевые и лабораторные исследования, отбор, упаковка, транспортирование и хранение образцов грунтов и проб воды должны производиться в соответствии с требованиями ГОСТов [2-6].

При составлении программы исследований и проведении изысканий применение нестандартных методов исследований должно быть обосновано программой изысканий, при этом необходимо максимально использовать все имеющиеся данные о природных условиях изучаемой территории.

1.3.4. Предварительные камеральные работы

Предварительные камеральные работы выполняются на всех стадиях изысканий для оценки изученности территории, определения задач и составления программы изысканий или заключения об ИГ и ИГЭ условий без проведения полевых работ.

Предварительные камеральные работы включают сбор, обработку и анализ материалов ранее выполненных работ и исследований. Особое внимание следует уделять информации о наличии и причинах возникновения нежелательных ИГ процессов.

Согласно [2], сбор и обработку материалов изысканий прошлых лет необходимо выполнять на каждой стадии разработки предпроектной и проектной документации с учетом предшествующих стадий.

Сбору и обработке подлежат:

– материалы инженерно-геологических изысканий прошлых лет по данному району работ, находящиеся в государственных и ведомственных фондах и архивах:

– географические крупномасштабные карты для данной территории;

– инженерно-геологические карты;

– карты современных геологических процессов;

– материалы режимных наблюдений;

– научно-исследовательские работы, в которых обобщаются данные о природных и техногенных условиях территории и их компонентах и приводятся результаты новых разработок.

В состав материалов, подлежащих сбору и обработке, следует включать сведения о климате, гидрографии, рельефе, геоморфологии, геологическом строении, гидрогеологии, геологических и инженерно-геологических процессах. А также о физико-механических свойствах грунтов, составе подземных вод, техногенных факторах, наличии грунтовых строительных материалов и месторождений строительных материалов, о деформациях зданий и сооружений, опыте строительства других сооружений в районе.

При изысканиях на застроенных территориях необходимо дополнительно собирать имеющиеся топографические планы прошлых лет, в том числе составленные до начала строительства объекта, материалы по вертикальной планировке.

По результатам сбора, анализа и обработки материалов изысканий прошлых лет и других данных составляют программу работ, в которой приводят характеристику степени изученности инженерно-геологических условий и оценивают возможность использования этих материалов для решения предпроектных и проектных задач.

На основании собранных материалов устанавливают категорию сложности инженерно-геологических условий и в программе изысканий определяют состав, объемы, методику и технологию изыскательских работ.

Категории сложности инженерно-геологических условий по совокупности факторов принимают в соответствии с приложением Д [2].

Использование материалов изысканий прошлых лет возможно при давности их получения не более чем 2–3 года. В остальных случаях изменения, произошедшие на площадке или объекте проектирования, следует устанавливать по результатам рекогносцировочного обследования исследуемой территории, которое выполняют до разработки программы инженерно-геологических изысканий.

Фактический материал изысканий, ранее выполненный в границах изучаемой территории, должен непосредственно использоваться при составлении программ, ходе изысканий и при составлении отчетов.

1.3.5. Маршрутные и аэровизуальные наблюдения

Маршрутным наблюдениям при рекогносцировке и съемке должно предшествовать предварительное изучение дешифрованных материалов аэрокосмических съемок для уточнения задач наземных маршрутов. Виды и масштабы съемок выбираются с учетом разработанности дешифрованных признаков (застроенность, заболоченность и др.).

В процессе рекогносцировочного обследования ведут маршрутные наблюдения по положениям трасс линейных сооружений для выявления и изучения основных особенностей инженерно-геологических условий проектируемой трассы или сооружения.

По ходу маршрута необходимо вести описание естественных и искусственных обнажений, выходов подземных вод и других водопроявлений, искусственных водных объектов, проявлений геологических и инженерно-геологических процессов, типов ландшафта, геоморфологических условий по проектируемой трассе или сооружению, при этом следует производить отбор проб грунта и проб воды для лабораторных исследований.

Особое внимание необходимо обращать на неблагоприятные для строительства участки трассы, сооружения (опасные геологические и инженерно-геологические процессы, наличие слабых и специфических грунтов, близкое залегание грунтовых вод, изменчивость литологического состава грунтов, высокую расчлененность рельефа и т. п.).

При проведении комплексных изысканий маршрутное обследование должно включать инженерно-геологические и инженерно-экологические наблюдения.

По данным аэрокосмических съемок изучаются природные условия развития геологических процессов и изменений геологической среды под влиянием техногенных факторов, а также для контроля состояния сооружений при их строительстве и эксплуатации, в том числе при проведении отдельных исследований на данной строительной площадке и мониторинге.

1.3.6. Геофизические исследования

Данные исследования следует выполнять как при ИГ рекогносцировке, так и на начальном этапе изысканий для предпроектной документации, рабочего проекта и для исследований на других стадиях и этапах.

Геофизические исследования [2] выполняют в комплексе с другими видами инженерно-геологических работ с целью:

- определения состава и мощности рыхлых отложений;
- выявления тектонических нарушений и зон повышенной трещиноватости и обводненности;
- определения глубины залегания грунтовых вод, водоупоров и направления движения подземных потоков;
- определения состава, состояния и свойств грунтов в массиве и их изменений;
- выявления и изучения опасных геологических и инженерно-геологических процессов.

Выбор методов и объемов геофизических исследований и их комплексирование следует производить в зависимости от решаемых задач и конкретных инженерно-геологических условий в соответствии с информацией, приведенной в приложении Ж [2].

Особое внимание следует уделять выявлению неоднородности строения массивов и пространственной изменчивости свойств грунтов с целью уточнения рабочей гипотезы об ИГ условиях, схемы расположения точек проведения работ.

1.3.7. Виды горных выработок

При исследовании заданного района строительной площадки могут применяться следующие виды горных выработок:

- буровые скважины,
- шурфы (дудки),
- канавы (траншеи),
- расчистки и др.

Буровые скважины – это круглые выработки малого диаметра, выполняемые специальным буровым инструментом.

Шурфы – колодеобразные вертикальные выработки прямоугольного или квадратного сечения.

Дудки – шурфы круглого сечения.

Канавы (траншеи) – узкие (до 0,8 м) и неглубокие (до 2 м) выработки.

Расчистки – выработки, используемые для снятия рыхлого верхнего слоя грунта с наклонных поверхностей естественных обнажений.

Способы проходки выработок выбираются в зависимости от задач изысканий, их назначения, особенностей района работ, видов грунтов, глубины залегания подземных вод и др.

Размеры скважин выбираются в зависимости от их назначения, необходимости крепления обсадными трубами, размеров оборудования для отбора образцов грунта соответствующих размеров.

Сечения шурфов и диаметр дудок выбираются в зависимости от способа крепления стенок, размеров монолитов с учетом доступа в выработку изыскателя.

Выбор вида горных выработок, способы и разновидности бурения скважин следует производить исходя из целей и назначения выработок, с учетом условий залегания, вида, состава и состояния грунтов, крепости пород, наличия подземных вод и намечаемой глубины изучения геологической среды и используя информацию, приведенную в приложении Е [2].

Все выработки, выполнившие свое назначение, должны быть засыпаны грунтом с трамбованием или цементно-глинистым раствором.

1.3.8. Полевые методы исследования грунтов

Полевые методы исследования грунтов являются неотъемлемой частью ИГИ и должны выполняться в комплексе с другими видами работ для определения всех свойств грунтов и оценки их изменения в пространстве. При этом

уточняются границы инженерно-геологических элементов, оценивается возможность погружения и несущей способности свай и другие задачи.

Полевые исследования могут носить и самостоятельный характер при дополнении данных ранее выполненных изысканий, при изысканиях в период строительства или по его окончании.

Методы полевых исследований физических свойств грунтов и подземных вод следует выбирать в зависимости от стадии и задач изысканий, класса ответственности здания, степени изученности ИГ и ИГЭ, площади изысканий и др.

1.3.8.1. Исследование грунтов в полевых условиях методом зондирования

Зондирование или пенетрационный картаж должны предшествовать проходке выработок с целью рационального их расположения и повышения достоверности расположения границ слоев горных пород.

Для установления изменчивости показателей свойств грунтов, уточнения границ ИГЭ, выбора мест испытаний грунтов, определение степени упрочнения и прочности грунтов при уплотнении и решения других аналогичных задач зондирование необходимо выполнять как между точками обязательного комплекса исследований, так и в других пунктах со сложными инженерно-геологическими и гидро-геологическими условиями на строительной площадке.

На недостаточно изученных территориях следует выполнять зондирование различными методами в сочетании с полевыми и лабораторными исследованиями грунтов для установления необходимых зависимостей или поправочных коэффициентов.

Обязательный элементарный комплекс исследований в одной точке наблюдений должен включать предварительное зондирование с оценкой основных показателей свойств грунтов. Расстояние между точкой зондирования и выработкой должно быть не более 1,5-2 м. Если предусматривается определение физических и механических свойств горных пород и грунтов по образцам нарушенного сложения, скважины следует проходить в точке зондирования (пенетрационного картажа).

При проходке шурфов и дудок количество и расположение точек зондирования (пенетрационного картажа) устанавливается программой изысканий. Расстояние между точками зондирования или скважинами зависит от класса ответственности здания или сооружения и определяется по данным таблицы 1.1.

Таблица 1.1 – Определение расстояния между скважинами и точками зондирования

Категория Сложности ИГ условий	Класс ответственности зданий и сооружений					
	1		2		3	
	Расстояние, м, между					
	скв.	точками	скв.	точками	скв.	точками
I	30-35	15	35-40	17	40-50	20
II	25-30	12	30-35	15	35-40	17
III	20-25	10	25-30	12	30-35	15

Примечания

В таблице приведены расстояния между скважинами обязательного элементарного комплекса по п. 4.24 [1] без учета оконтуривания грунтов, уточнения границ ИГЭ и др.

Штамповые испытания должны проводиться на слоях грунта однородных по сжимаемости. Испытания несущей способности грунтов сваями производится до завершения проектирования. Ориентировочные значения глубины выработок и зондирования даны в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Определение глубины выработок (зондирования) в зависимости от нагрузки

Ленточный фундамент		Отдельная опора	
Нагрузка, кН/м	Глубина выработки (зондирования), м	Нагрузка, кН/м	Глубина выработки (зондирования), м
До 100	4-6	До 1000	5-7
200	6-8	2500	7-9
500	9-12	5000	9-13
700	12-15	10000	11-15
1000	15-20	20000	12-19
2000	20-23	50000	18-25

1.3.8.2. Опробование грунтов и горных пород

Кроме определения геологического строения и ГГ условий участков строительства, важной задачей разведочных выработок является опробование или комплекс работ, дающий возможность получить обобщенные показатели состава, состояния и свойств пород.

Отбор из разведочных выработок и обнажений образцов грунтов и горных пород производится в 3 этапа:

- 1) определение системы отбора и количества образцов грунтов в полевых условиях;
- 2) отбор проб, их обработка и консервация;
- 3) исследование образцов горных пород по определению показателей физико-механических свойств.

В основу принципов системы опробования грунтов входят следующие положения:

- 1) опробование необходимо проводить послойно;
- 2) наиболее детально исследуется несущий слой и особенно та его часть, где развиваются максимальные деформации;
- 3) количество взятых образцов должно обеспечивать заданную точность определяемых показателей их свойств.

При отборе проб для ИГ целей используется 3 способа:

- 1) точечный – образцы отбираются ненарушенной структуры;
- 2) бороздовый;
- 3) валовый.

Два последних способа дают образцы с нарушенной структурой и без сохранения природной влажности. Их можно использовать для определения гранулометрического и минералогического составов.

Для ИГ работ важным условием является отбор проб с сохранением их природного состояния. Для этого в установленном месте намечают контур монолита и с помощью режущего инструмента вырезают образец размером 25х25х25 см. Одновременно с этим часть грунта помещают в буюкс для определения естественной влажности. К монолиту прикрепляют две этикетки с указанием места и даты отбора, наименования породы, организации, производившей отбор и другие данные. Одна из этикеток помещается на поверхности образца, а другая на поверхности его упаковки.

Отбор проб грунта, их упаковку, доставку в лабораторию и хранение необходимо производить в соответствии с ГОСТ 12071.

После отбора монолит немедленно консервируют. Для этого образец обертывают марлей и пропитывают гудроном. В настоящее время для консервации образцов используются плотные целлофановые мешки. Для закрепления от разрушения их обвязывают лентой. Монолиты перевозят в ящиках со слегка увлажненными древесными опилками или соломой.

1.3.9. Гидрогеологические исследования

Данные исследования выполняются применительно к конкретным задачам изысканий. Здесь устанавливаются условия залегания и распространения грунтовых вод, верховодки и других водоносных слоев, влияющих на условия строительства и эксплуатации зданий и сооружений.

Особое внимание следует уделять получению данных для прогнозирования изменения уровня грунтовых и подземных вод, а также изменения направления их движения и режима.

Гидрогеологические параметры и характеристики водоносных горизонтов следует определять в сферах взаимодействия зданий и сооружений с геологической средой.

При изучении химического состава подземных и грунтовых вод следует оценивать их влияние на несущую способность железобетонных конструкций, покрытий автомобильных дорог, развитие химической суффозии, снижению несущей способности грунтов, их засоление и развитие других негативных показателей.

1.3.10. Предварительные инженерно-геологические исследования

Основная цель предварительных исследований – выбор строительной площадки для возведения того или другого типа здания или сооружения. Затем проводятся работы по ее изучению. Сюда входят сбор, изучение и анализ всех имеющихся материалов:

- геологических и инженерно-геологических;
- гидрогеологических;

- геоморфологических;
- климатических;
- экологических.

Инженерно-геологическое обследование территории проводится в полевых условиях осмотром обнажений. При недостаточной обнаженности горных пород, а также отсутствии геологических данных в литературе, выполняют проходку одной или двух буровых скважин, глубиной не более 20-30 м, на каждом геоморфологическом однородном участке. При гидрогеологических исследованиях необходимо выяснить общую гидрогеологическую обстановку; в том числе режим грунтовых вод, условия водоснабжения и дренажа площадок.

По всему собранному материалу составляется отчет с геолого-литологическими разрезами или отдельными колонками пройденных разведочных выработок. На основании отчета в пределах изучаемой территории производится окончательный выбор строительной площадки.

После выбора строительной площадки производится работа по оценке ее инженерно-геологического состояния. Сюда входят работы:

- инженерно-геологическая съемка;
- геофизические работы;
- проходка разведочных выработок;
- полевые и лабораторные исследования;
- камеральные работы с составлением отчета.

1.3.11. Лабораторные исследования грунтов и подземных вод

Лабораторные исследования грунтов и подземных вод являются составной частью комплекса ИГИ грунтов и выполняются с целью определения их состава, состояния, физических, механических, химических свойств для выделения классов, групп, подгрупп, типов, видов и разновидностей в соответствии с СТБ 943, определения их нормативных и расчетных характеристик в соответствии с приложением К, выявления степени однородности грунтов по площади и глубине, выделения инженерно-геологических элементов, прогноза изменения состояния и свойств грунтов в процессе строительства и эксплуатации сооружений.

Согласно данным [4], при лабораторных исследованиях грунтов и подземных вод производят следующие виды работ:

- 1) определение минерального и химического состава;
- 2) установление классификационных показателей физико-механических свойств пород. Сюда входят:
 - а) показатели структуры и текстуры пород:
 - гранулометрический состав,
 - пористость и коэффициент пористости,
 - степень плотности;
 - б) физическое состояние:
 - естественная влажность,
 - число пластичности и консистенция,

- степень влажности,
- выветрелость;
- в) физические показатели:
 - естественная плотность,
 - плотность частиц грунта,
 - плотность скелета грунта,
 - коэффициент фильтрации,
 - растворимость и размокаемость,
 - набухание и липкость,
 - водоотдача;
- г) показатели сжимаемости:
 - компрессия и модуль общей деформации;
 - модуль упругости,
 - коэффициент Пуассона;
- д) механическая прочность:
 - песчаные породы:
 - угол естественного откоса,
 - сопротивление сдвигу,
 - коэффициент бокового давления;
 - глинистые породы:
 - сопротивление сдвигу,
 - удельное сцепление и угол внутреннего трения;
- 3) определение нормативных и расчетных показателей;
- 4) определение показателей свойств грунтов с целью рационального выбора мероприятий по мелиорации и борьбе с возможными оползнями.

Лабораторные исследования определяют практически все качественные и количественные показатели грунтов и горных пород.

Вид и количество анализов зависит от состава и особенностей пород, назначения и детальности их исследования. Содержание каждого вида анализа для конкретной породы определяются действующими нормами и стандартами.

1.3.12. Специальные полевые и лабораторные исследования грунтов

Специальные полевые и лабораторные исследования состояния и свойств грунтов должны выполняться применительно к задачам изысканий с учетом прогнозируемого их изменения в процессе строительства и эксплуатации зданий и сооружений.

Обследование оснований зданий и сооружений производится при их реконструкции, ухудшений условий эксплуатации, при риске повреждения соседних зданий, инженерных сетей и др. особых случаях.

В процессе предварительной, текущей обработки материалов обеспечивают контроль полноты и качества работ, при необходимости корректируют программу работ в зависимости от полученных результатов, систематизируют записи в журнале маршрутных наблюдений в описании горных выработок. Со-

ставляют графики полевых исследований грунтов, каталог завершению полевых работ и лабораторных исследований выполняется итоговая камеральная обработка материалов и составляется отчет об изыскания в соответствии с требованиями [1].

При изысканиях в простых ИГ условиях для проектирования отдельных зданий и сооружений I и II класса ответственности допускается вместо отчета составлять заключение с изложением результатов изысканий в краткой форме.

1.3.13. Стационарные наблюдения

Данные наблюдения занимают важное место в обеспечении нормальной эксплуатации зданий и сооружений и проводятся для изучения температурного режима подземных вод, режима влажности грунтов зоны аэрации, изменения свойств грунтов, осадок оснований, развития опасных геологических процессов и эффективности инженерной защиты.

На территориях городов и промышленных объектов, особенно если они расположены на лессовых грунтах, большое значение имеют постоянные наблюдения за уровнем грунтовых вод с помощью наблюдательных скважин со специальным оборудованием (пример, г. Волгодонск).

Продолжительность стационарных наблюдений при исследовании физических, механических и прочностных свойств грунтов и горных пород обосновывается программой изысканий в соответствии с их задачами и должна быть не менее одного года. В ответственных случаях, для зданий и сооружений I класса ответственности, исследования могут проводиться в течение нескольких лет.

ГЛАВА 2. ВИДЫ ИЗЫСКАНИЙ

Изыскания для обоснования инвестирования в строительство объектов, для архитектурного проекта и для рабочего проекта, а также изыскания, проводимые в период строительства и после окончания строительства, приняты в соответствии с требованиями СНБ 1.02.01 [1] и ТКП 45-1.02-233-2011 [2].

2.1. Изыскания для обоснования инвестирования в строительство объектов

2.1.1 Инженерно-геологические изыскания на стадии обоснования инвестирования в строительство объектов должны обеспечивать получение материалов, необходимых для сравнительной характеристики намеченных вариантов трасс автомобильной дороги (мостового перехода) и достаточных для выбора оптимального варианта.

2.1.2 При простых инженерно-геологических и инженерно-геоэкологических условиях и хорошей изученности территории, достаточных для принятия проектных решений, заключение может быть составлено на основании материалов фондовых и литературных источников без проведения полевых работ. При необходимости проводится инженерно-геологическая рекогносцировка. В этом случае должны учитываться давность и период года предыдущих изысканий, возможные изменения геологической и природной среды со времени их проведения, полнота и достаточность материалов изысканий прошлых лет.

2.1.3 При сложных инженерно-геологических условиях и недостаточности материалов изученности территории намечаемого строительства для обоснования выбора трассы следует проводить комплексные инженерно-геологические изыскания в соответствии с техническим заданием заказчика.

2.1.4 Задачами инженерно-геологических изысканий на стадии обоснования инвестирования являются:

- изучение геоморфологических условий в полосе намечаемой трассы;
- изучение физико-механических свойств грунтов и определение их основных характеристик;
- изучение склоновых, береговых, пойменных и русловых явлений в местах пересечения трассой линейного сооружения водотоков;
- поиски и предварительная разведка карьеров местных строительных материалов и грунтов для возведения земляного полотна;
- составление прогноза изменения инженерно-геологических условий при строительстве и эксплуатации намеченного линейного сооружения.

2.1.5 Техническое задание на инженерно-геологические изыскания для обоснования инвестирования в строительство линейного сооружения (автомобильной дороги или мостового перехода) должно содержать карту-схему вариантов расположения намечаемых объектов.

2.1.6 К моменту получения технического задания должны быть собраны, проанализированы и обобщены имеющиеся литературные и фондовые материалы изысканий, в том числе и других проектных и изыскательских организаций.

2.1.7 Состав изысканий, виды и объемы работ, методы исследований определяет изыскательская организация в программе изысканий.

В состав инженерно-геологических работ при обосновании инвестирования в строительство следует включать:

- инженерно-геологическую рекогносцировку;
- геофизические исследования;
- проходку горных выработок с отбором проб грунтов и проб воды;
- полевые исследования грунтов;
- гидрогеологические исследования;
- лабораторные испытания проб грунтов и проб воды;
- камеральную обработку материалов полевых работ и составление отчета (заключения) об изысканиях.

Допускается замена одних видов инженерно-геологических изысканий на другие или исключение отдельных видов изысканий, если эти изменения не приводят к снижению качества материалов и направлены на сокращение сроков и удешевление работ.

2.1.8 Инженерно-геологическая рекогносцировка должна проводиться перед другими видами работ.

Рекогносцировку проводят вдоль осей намечаемых вариантов трасс автомобильных дорог в полосе шириной, указанной в приложении В [2], а вдоль осей намечаемого мостового перехода в полосе шириной от 300 до 500 м ниже и выше по течению водотока.

Результаты рекогносцировки используют при разработке или уточнении программы последующих изысканий.

2.1.9 Геофизические исследования на стадии обоснования инвестиций, как правило, применяют при инженерно-геологических изысканиях намечаемых мостовых переходов, и они должны опережать буровые работы. Для оценки эффективности геофизических методов необходимо предусматривать проходку опорных скважин.

2.2. Изыскания для обоснования инвестиций под строительство автомобильных дорог

В этом случае буровые скважины размещают, как правило, вдоль их осей, в местах пересечения водотоков (водостоков) и других сооружений, на характерных точках рельефа (возвышенностях, склонах, понижениях, оврагах, болотах) с учетом инженерно-геологических и инженерно-геоэкологических особенностей. Рекомендуемая глубина выработок от 3 до 5 м, но может быть больше, в зависимости от конкретных инженерно-геологических условий. При пересечении болотных массивов необходимо определить начало и конец болота. Для определения глубины и уклона минерального дна болот проходят зондировочные скважины по профилям, ориентированным перпендикулярно к оси намечаемой трассы. Рекомендуемые расстояния между профилями и расстояния между скважинами на профилях указаны в приложении Г [2].

2.2.1 При инженерно-геологических изысканиях мостовых переходов каждый геоморфологический элемент должен быть обследован с прохождением не менее чем одной выработки. Глубина скважин по каждому варианту определяется необходимостью получения инженерно-геологических характеристик слоев, которые могут быть использованы в качестве несущих, а также слоев активной зоны. В сложных инженерно-геологических условиях или при резких изменениях геологического разреза расстояния между скважинами по оси мостового перехода следует уменьшать и проходить, при необходимости, дополнительные выработки на поперечниках. Все специфические грунты должны проходиться инженерно-геологическими выработками на полную мощность с заглублением в нижележащие отложения на глубину от 1 до 2 м.

2.2.2 При инженерно-геологических изысканиях трасс автомобильных дорог эффективными являются механический (шнековый), вибрационный и ручной способы бурения скважин, проходка шурфов; при изысканиях мостовых переходов – ударно-канатный или колонковый способ бурения. Рекомендуемые способы бурения скважин приведены в приложении Е [1].

2.2.3 Буровые работы должны сопровождаться отбором проб грунтов ненарушенного (монолиты) и нарушенного сложения в соответствии с требованиями ГОСТ 12071.

2.2.4 Слабые грунты и грунты со специфическими свойствами следует испытывать полевыми методами (зондирование, испытание штампом и др.). Определение характеристик свойств грунтов полевыми методами необходимо сочетать с лабораторными анализами.

2.2.5 Виды лабораторных определений для разных типов грунтов приведены в приложении И.

2.2.6 Каждый водоносный горизонт взаимодействия объекта с геологической средой должен быть опробован для определения химического состава, коррозионной агрессивности и других свойств в соответствии с техническим заданием. Из каждого водоносного горизонта отбирают не менее трех проб воды.

2.2.7 По результатам выполненных инженерно-геологических изысканий составляют отчет (заключение) со сравнительной характеристикой инженерно-геологических условий всех намечаемых вариантов линейного сооружения и рекомендациями по выбору оптимального варианта. Состав и содержание отчета должны соответствовать СНБ 1.02.01 (приложение Ю). К отчету в обязательном порядке прикладывают продольные профили по каждому варианту с нанесенными инженерно-геологическими данными.

2.3. Изыскания для разработки архитектурного проекта

2.3.1 Инженерно-геологические изыскания на стадии разработки архитектурного проекта должны обеспечить получение инженерно-геологической информации по выбранному (согласованному) варианту трассы или сооружению, с учетом требований вариантных проработок отдельных элементов трассы или сооружения; и для составления прогноза возможных изменений окружающей среды в период строительства и эксплуатации автомобильной дороги или сооружения.

2.3.2 Техническое задание на инженерно-геологические изыскания для архитектурного проекта линейного сооружения, в дополнение к требованиям СНБ 1.02.01, должно содержать:

– планы землепользования (выкопировки) с нанесением осевой линии автомобильной дороги (мостового перехода) и предполагаемым расположением всех постоянных и временных сооружений объекта;

– требования к местным стройматериалам и грунтам для отсыпки земляного полотна с указанием их количества и качества;

– материалы предварительного согласования места расположения объекта (акт выбора земельного участка, решение райисполкома, решение облисполкома и другие согласования).

2.3.3 На основании технического задания и материалов изысканий, полученных на стадии «обоснование инвестиций в строительство объектов», составляют программу инженерно-геологических изысканий.

2.3.4 Состав инженерно-геологических изысканий для архитектурного проекта автомобильной дороги (мостового перехода) принимают в соответствии с 6.2.7. При необходимости в состав работ могут быть включены опытные работы, откачки, режимные наблюдения.

2.3.5 Геофизические исследования следует проводить с целью уточнения положения контактов слоев, выявления и прослеживания неоднородности геологического строения между инженерно-геологическими выработками, определения направления и скорости движения подземных вод, оконтуривания и детализации участков, отличающихся неблагоприятными и сложными инженерно-геологическими условиями.

2.3.6 Количество буровых скважин, расстояния между ними и глубину по трассе и в местах расположения сооружений следует принимать в зависимости от сложности инженерно-геологических условий, степени обнаженности территории, наличия водотоков, водоемов, заболоченных участков, развития и интенсивности опасных геологических процессов по приложениям В и Г [2].

Количество скважин может быть сокращено, если на обследуемых участках проходились инженерно-геологические выработки на предшествующих стадиях изысканий. На участках с особо сложными инженерно-геологическими условиями возможно сгущение сети скважин.

2.3.7 Все пройденные выработки должны привязываться инструментально.

2.3.8 На участках предполагаемого размещения зданий и временных сооружений инженерно-геологические изыскания должны производиться в соответствии с требованиями СНБ 1.02.01.

2.4. Полевые исследования грунтов

Данные исследования следует выполнять комплексно на опорных или других характерных участках линейного сооружения.

При полевых исследованиях применяют статическое и (или) динамическое зондирование для расчленения толщи грунтов на отдельные слои, оценки пространственной изменчивости свойств грунтов, количественной оценки их проч-

ностных и деформационных характеристик, оконтуривания слабых грунтов, определения степени уплотнения насыпных и намывных грунтов, определения динамической устойчивости водонасыщенных грунтов.

Количество точек зондирования должно быть не менее шести для каждого инженерно-геологического элемента. Глубину точек зондирования и расстояние между ними устанавливают в программе работ или ориентировочно по СНБ 1.02.01 (приложения 3 и 5). Статическое и динамическое зондирование выполняют по ГОСТ 19912.

Определение прочностных и деформационных характеристик грунтов полевыми методами - испытания штампами, прессиометрами, срезами целиков, вращательным срезом по ГОСТ 20276 – следует выполнять при проектировании сооружений I уровня ответственности (большие автодорожные мосты), а также сооружений II уровня ответственности (средние мосты) согласно ТКП 45-3.03-232, чувствительных к неравномерным осадкам. В случаях, когда в сфере взаимодействия сооружения с геологической средой залегают неоднородные, тонкослоистые, текучие глинистые, водонасыщенные песчаные, искусственные, крупнообломочные и другие грунты, из которых затруднен отбор монолитов.

Количество испытаний грунтов штампами и срезами целиков для каждого характерного инженерно-геологического элемента должно быть не менее трех испытаний прессиометром и вращательным срезом – не менее шести. Минимальное количество испытаний допускается ограничивать двумя, если различие между полученными значениями модуля деформации составляет не более 25 % от среднего и эти значения не противоречат принятой по зондированию схеме выделения инженерно-геологических элементов.

При проектировании свайных фундаментов с длиной забивных свай до 15 м следует выполнять статическое или динамическое зондирование.

При проектировании сооружений повышенного уровня ответственности на свайных фундаментах, при предполагаемой длине свай более 15 м и наличии слабых грунтов большой мощности следует проводить статические испытания натуральных свай в соответствии с ГОСТ 5686.

Количество и условия испытаний натуральных свай обосновывают в программе изысканий в соответствии с техническим заданием заказчика.

2.5. Гидрогеологические исследования

Они выполняются с целью определения гидрогеологических условий – оценки водопроницаемости и фильтрационной неоднородности грунтов, глубины залегания, сезонных колебаний уровня подземных вод, мощности водоносных горизонтов, направления движения подземных вод, их химического состава, агрессивности к бетону и коррозионной активности к металлам.

Из каждого вскрытого водоносного горизонта необходимо отбирать не менее трех проб воды для определения ее химического состава и агрессивности по отношению к бетону.

2.5.1 В пределах проектируемого мостового перехода опробованию подлежат все скважины; по трассе проектируемой автомобильной дороги допускает-

ся опробование части (до 50 %) выработок, что должно быть указано в программе изысканий.

2.5.2 Отбор проб грунтов из выработок должен производиться в соответствии с ГОСТ 20522-96.

Пробы грунта необходимо отбирать из каждого слоя не менее чем через 2 м по глубине. В глинистых грунтах при резком изменении границ пластичности с увеличением глубины пробы следует отбирать через 0,5 м.

В простых инженерно-геологических условиях и слоях однородных грунтов значительной мощности количество отбираемых проб грунтов может быть сокращено, но во всех случаях количество их должно быть не менее, чем предусмотрено по ГОСТ 20522-96.

2.5.3 Виды лабораторных исследований должны устанавливаться программой изысканий и корректироваться в процессе работ. Обязательные виды лабораторных определений приведены в приложении И [1].

2.5.4 В процессе инженерно-геологических изысканий производят детальную разведку карьеров местных строительных материалов и грунтов для возведения земляного полотна. Геологоразведочные работы должны производиться с соблюдением требований и нормативных правовых актов Республики Беларусь.

2.5.5 Камеральную обработку материалов инженерно-геологических изысканий следует производить одновременно с выполнением полевых и лабораторных работ.

2.5.6 По результатам всех выполненных полевых инженерно-геологических работ и лабораторных испытаний составляют отчет в соответствии с требованиями СНБ 1.02.01 (приложение Ю).

В архивный экземпляр отчета следует включать всю полевую инженерно-геологическую документацию.

2.5.7 По материалам геологоразведочных работ составляют отчет о разведке месторождений строительных материалов и грунтов для возведения земляного полотна. Состав и содержание отчета должны соответствовать требованиям ТКП 17.04-16.

2.6. Изыскания для разработки строительного проекта

2.6.1 Инженерно-геологические изыскания для разработки строительного проекта необходимо проводить в целях обеспечения детализации и уточнения инженерно-геологических условий конкретных участков трасс и проектируемых сооружений и прогноза их изменений в период строительства и эксплуатации с детальностью, необходимой и достаточной для обоснования окончательных проектных решений.

Инженерно-геологические изыскания должны обеспечивать получение материалов и данных, необходимых для разработки окончательных проектных решений, расчетов оснований, фундаментов и конструкций проектируемых сооружений, дополнительной инженерно-геологической информации, достаточной для обоснования новых проектных решений в случае изменения каких-либо параметров сооружения при экспертизе архитектурного проекта.

2.6.2 В техническом задании на изыскания должны быть указаны: местоположение выемок и насыпей, их глубина и высота, пикетажное положение водопропускных труб, их длина, размеры и конструкции мостовых переходов, типы фундаментов и глубина их заложения, окончательные сведения о потребностях в строительных материалах и грунтах для возведения земляного полотна, о подъездных и объездных дорогах, временных и постоянных зданиях, строительных площадках и др.

2.6.3 На основании технического задания составляют программу работ с указанием состава, объемов, сроков и методов выполнения намечаемых работ с учетом сложности инженерно-геологических условий, наличия данных ранее выполненных изысканий и необходимости обеспечения выделения инженерно-геологических элементов; выполняют установление для этих элементов нормативных и расчетных показателей на основе определений лабораторными и полевыми методами физических, прочностных, деформационных, фильтрационных и других характеристик свойств грунтов. При этом производят уточнения гидрогеологических параметров водоносных горизонтов, достаточных для проведения расчетов оснований, фундаментов и конструкций сооружений, обоснования их инженерной защиты, а также для решения отдельных вопросов, возникших при разработке, согласовании и утверждении проекта.

2.6.4 Основными видами полевых инженерно-геологических работ на стадии «разработка строительного проекта» следует считать:

- бурение скважин;
- испытание грунтов полевыми методами (зондированием, штамповыми испытаниями, вращательным срезом, прессиомером);
- каротажные исследования;
- геофизические исследования.

2.6.5 Горные выработки следует располагать по оси линейного сооружения, на границах различных геоморфологических элементов, в местах изменения нагрузок на фундаменты и глубины их заложения.

Для изучения инженерно-геологических условий в сфере взаимодействия проектируемого сооружения с геологической средой при наличии опасных геологических и инженерно-геологических процессов вблизи объекта, при необходимости, следует проводить дополнительные работы (геофизические исследования, зондирование, проходку выработок) за пределами контура сооружения, в том числе и на прилегающих площадях.

2.6.6 Общее количество горных выработок в пределах каждого сооружения II уровня ответственности (мост, путепровод) должно быть не менее трех, включая ранее пройденные выработки.

В местах расположения отдельных зданий и сооружений III уровня ответственности (павильоны, подсобные сооружения, складские помещения) при простых и средней сложности инженерно-геологических условиях следует проходить одну-две выработки.

2.6.7 Глубина горных выработок при изысканиях для зданий и сооружений, проектируемых на естественном основании, зависит от сферы взаимодействия

объектов с геологической средой и должна быть ниже сжимаемой толщии не менее чем на 2 м.

2.6.8 Глубину выработок для свайных фундаментов в дисперсных грунтах следует принимать ниже проектируемой глубины погружения нижнего конца свай не менее чем на 5 м.

При нагрузке на куст сваячии свай более 3000 кН, а также при свайном поле под всем сооружением глубину 50 % всех выработок в нескальных грунтах следует устанавливать ниже проектируемой глубины погружения нижнего конца свай не менее чем на 10 м.

Глубину горных выработок при опирании или заглублении свай в скальные грунты следует принимать ниже проектируемой глубины погружения нижнего конца свай не менее чем на 2 м.

2.6.9 На участках трасс проектируемых автомобильных дорог (выемки, насыпи, искусственные сооружения и др.) среднюю глубину выработок и средние расстояния между ними следует принимать по приложению Г [2].

2.6.10 Полевые исследования грунтов проводят на отдельных участках проектируемых автомобильных дорог со сложными инженерно-геологическими условиями и в местах размещения сооружений II уровня ответственности (участки распространения специфических грунтов, высокие насыпи, трубы, мосты). Выбор полевых методов определения характеристик грунтов следует устанавливать в зависимости от их назначения.

2.6.11 Определение деформационных характеристик грунтов в полевых условиях следует осуществлять испытаниями статическими нагрузками (штампами и прессиометрами), прочностных характеристик – срезом целиков грунтов и (или) вращательным срезом по ГОСТ 20276-99.

Испытания грунтов штампами проводят также для уточнения значений модуля деформации грунтов, определенных в лабораторных условиях, при их использовании для расчетов оснований сооружений I уровня ответственности.

2.6.12 Для сооружений II уровня ответственности, технически несложных и возводимых по типовым и повторно применяемым проектам в простых и средней сложности инженерно-геологических условиях, а также на участках индивидуального проектирования по трассам линейных сооружений, для определения прочностных и деформационных характеристик грунтов предусматривают проведение статического и (или) динамического зондирования по ГОСТ 19912-2001.

Статическое и динамическое зондирование применяют для решения специальных задач: определение степени уплотнения и упрочнения во времени насыпных и намывных грунтов, изменение прочности и плотности песчаных и глинистых грунтов при обводнении, определение динамической устойчивости водонасыщенных грунтов.

Количество испытаний по определению характеристик грунтов следует обосновать в программе изысканий с учетом результатов предыдущих исследований.

В пределах каждого сооружения, проектируемого на свайных фундаментах, количество испытаний статическим зондированием должно быть не менее шести.

2.6.13 Геофизические исследования на стадии «разработка строительного проекта» заключаются в уточнении отдельных характеристик в пределах сферы взаимодействия с геологической средой: глубины залегания и рельефа кровли коренных (скальных) и малосжимаемых грунтов, зон развития специфических грунтов и опасных геологических и инженерно-геологических процессов.

2.6.14 Количество образцов грунтов, отбираемых из горных выработок на участке каждого сооружения, должно обеспечивать определение нормативных и расчетных значений физико-механических характеристик грунтов каждого инженерно-геологического элемента по результатам обработки не менее шести частных определений каждой характеристики.

2.6.15 Лабораторные определения физико-механических характеристик грунтов по отобраным пробам следует производить в соответствии с требованиями [1] по всем инженерно-геологическим элементам в сфере взаимодействия проектируемых сооружений с геологической средой.

2.6.16 Состав, объем и методы лабораторных определений физических, физико-химических и механических (прочностных и деформационных) характеристик грунтов и их специфических особенностей должны быть обоснованы в программе изысканий с учетом возможных изменений их свойств в основании проектируемых сооружений в процессе строительства и эксплуатации объекта.

2.6.17 Состав и содержание технического отчета (заключения) о результатах инженерно-геологических изысканий для разработки строительного проекта должны соответствовать требованиям СНБ 1.02.01 (приложение Ю).

2.7. Изыскания в период строительства

2.7.1 Инженерно-геологические изыскания в период строительства должны обеспечить получение материалов и данных о состоянии и изменениях отдельных компонентов геологической среды на территории строящегося сооружения.

2.7.2 Инженерно-геологические изыскания в период строительства должны предусматриваться, как правило, в проектной документации и выполняться в случаях:

- строительства зданий и сооружений I уровня ответственности, а в сложных инженерно-геологических условиях – и при строительстве сооружений II уровня ответственности;
- строительства сооружений в зонах повышенного риска;
- строительства в стесненных условиях;
- проектирования по материалам одностадийных изысканий;
- необходимости продолжения (или новой организации) стационарных наблюдений за режимом подземных вод и динамикой развития опасных геологических и инженерно-геологических процессов и прогнозирования возможности их возникновения и активизации;
- длительных (более 2 лет) перерывов во времени между окончанием изысканий и началом строительства, а также в случае строительства на территориях, прилегающих к другим объектам (на расстоянии не менее активной зоны), которые могут пострадать в результате строительных работ или вызвать изменение геологической среды;

– непредвиденных осложнений при строительстве объектов (затруднения при погружении свай на проектную глубину, деформации зданий и сооружений, расхождения между выявленными и принятыми в проектной документации инженерно-геологическими условиями, несоответствие мощностей грунтов, подлежащих замене, и т. п.);

– изменения генеральных планов, направления трасс, оси линейного сооружения;

– смещения контуров зданий и сооружений;

– определения прочностных и деформационных характеристик при глубоком заложении фундаментов (испытание грунтов штампами в скважинах и котлованах).

2.7.3 При изысканиях в период строительства необходимо установить соответствие инженерно-геологических условий, принятых в проектной документации, фактическим – на основе проведения обследования, инженерно-геологической документации котлованов и других строительных выработок (траншей, выемок, канав, шурфов).

2.7.4 При изысканиях в период строительства по трассам автомобильных дорог и сооружений дорожного сервиса, при необходимости, следует выполнять: проходку выработок, зондировочное бурение, статическое зондирование, а также отбор проб грунта и проб воды для лабораторных испытаний с целью уточнения особенностей геологического строения, гидрогеологических условий, свойств грунтов в местах конкретного заложения фундаментов, оконтуривания и определения объема грунтов, подлежащих замене, уточнения групп грунтов по трудности разработки и др.

2.7.5 При инженерно-геологических изысканиях в период строительства и проведения геотехнического контроля за возведением земляного полотна необходимо осуществлять оценку их качества, сопоставляя полученные фактические значения плотности и значения, предусмотренные проектом. Для определения плотности грунтов следует использовать полевые экспресс-методы: малогабаритные зонды, геофизические, в том числе радиоизотопные методы определения плотности и влажности, вращательный срез крыльчаткой и прямой метод определения плотности и влажности с помощью режущего кольца по ГОСТ 22733.

Стационарные наблюдения за изменениями инженерно-геологических условий в процессе строительства, в том числе изменениями гидрогеологических условий и интенсивности развития геологических и инженерно-геологических процессов, или за возникновением новых следует продолжать в период всего строительства объекта.

2.7.6 По результатам инженерно-геологических изысканий в период строительства следует составлять отчет (заключение), который должен содержать акты и заключения на комплекс работ, выполненных в процессе изысканий, расчеты прочностных и деформационных характеристик, уточненных или откорректированных в результате прямых определений в соответствии с СНБ 1.02.01.

2.8. Изыскания после окончания строительства

2.8.1 Инженерно-геологические изыскания после окончания строительства должны предусматриваться в проекте и выполняться в момент его завершения и в процессе эксплуатации объектов.

2.8.2 Стационарные наблюдения за отдельными компонентами геологической среды в период эксплуатации автомобильных дорог и сооружений следует осуществлять на основе сети наблюдательных пунктов (скважин, постов, точек), созданных на предшествующих этапах изысканий. При их отсутствии – на основе вновь организуемой наблюдательной сети. Эти наблюдения производятся за развитием опасных геологических и инженерно-геологических процессов, деформациями зданий и сооружений и другими факторами, оказывающими отрицательное воздействие на эксплуатационную устойчивость сооружений.

Стационарные наблюдения на участках развития опасных геологических и инженерно-геологических процессов следует осуществлять с помощью геодезических и геофизических методов, методов зондирования, лабораторных испытаний.

Плотность наблюдательной сети, методы, периодичность наблюдений определяют в программе изысканий, исходя из особенностей сооружений, инженерно-геологических и гидрогеологических условий, а также скорости (интенсивности) протекания процессов.

2.8.3 Результаты инженерно-геологических изысканий после окончания строительства должны быть отражены в отчете (заключении).

2.9. Инженерно-гидрометеорологические исследования

2.9.1. Общие требования

Инженерно-гидрометеорологические изыскания (ИГМИ) должны обеспечить изучение гидрометеорологических условий района (площадки, участка трассы) с целью получения материалов и данных, необходимых для обоснования возможности размещения объектов, решения задач их проектирования, строительства и эксплуатации, составления прогноза изменения гидрометеорологических условий, а также организации водоснабжения, выпусков сточных вод, удовлетворения запросов гидроэнергетики и водного транспорта. При изучении опасных геологических и метеорологических процессов, дать оценку влияния мелиоративного строительства на прилегающие территории, решение вопросов охраны водной и воздушной среды и др.

При изысканиях изучают гидрологические условия (режим рек и других водотоков, водохранилищ, озёр, болот, устьевых участков рек), климатические условия, гидрометеорологические процессы и явления с применением методов наблюдений, установленных нормативными документами.

В соответствии с заданием в состав работ ИГМИ входят:

- 1) сбор и анализ данных по режиму водных объектов и климату района;
- 2) рекогносцировка района изысканий;
- 3) наблюдения за режимом водных объектов и метеорологических элементов;
- 4) изучение гидрометеорологических процессов и явлений;

5) определение нормативных и расчётных характеристик гидрометеорологического режима.

Программа изысканий составляется с учётом перечня необходимых расчётных и нормативных гидрометеорологических характеристик, изученности гидрологических и климатических условий объекта. При наличии на изучаемой территории опасных гидрометеорологических процессов в программе изысканий необходимо дополнительно устанавливать виды работ для их изучения.

Особое внимание следует уделять выявлению экстремальных значений гидрометеорологических характеристик (уровней рек и озёр, расходов воды рек, параметра ветра, осадков и др.).

2.9.2. Состав работ инженерно-гидрометеорологических изысканий

Состав работ и методы получения гидрометеорологических характеристик данного района строительства устанавливаются в зависимости от степени изученности территории и класса ответственности сооружения в соответствии с приложением 8 [1].

Сбору и анализу подлежат материалы гидрометеорологических наблюдений, сведения об экстремальных значениях гидрометеорологических характеристик, воздействии природных условий на эксплуатируемые сооружения и влиянии сооружений на гидрометеорологический режим.

Наряду с опубликованными фондовыми и архивными источниками информации о режиме водных объектов и климате следует использовать показания старожилов о наблюдавшихся гидрометеорологических явлениях с экстремальными характеристиками, использовать данные организаций, эксплуатирующих сооружения, связанных с неблагоприятными гидрометеорологическими природными условиями.

Имеющиеся для района изысканий материалы гидрометеорологических наблюдений используются для предварительной оценки гидрологических и климатических условий и выбора репрезентативного поста (станции) с длительным периодом наблюдений.

Степень изученности территории следует устанавливать с учётом репрезентативности гидрометеорологических постов (станций), расположенных в районе строительства зданий и сооружений или трасс автомобильных дорог, в соответствии с приложением 9 [1].

При определении репрезентативности гидрометеорологических станций и постов на побережье озёр и водохранилищ следует учитывать ориентацию берега относительно преобладающего ветра, расчленённой береговой линии и глубину вреза в сушу рассматриваемого водоёма, гидрографическую характеристику прибрежной части водоёма, наличие островов или искусственных сооружений на акватории и прибрежной зоне.

Объёмы работ устанавливаются программой изысканий с учётом типа и компоновки проектируемых сооружений, изученности строительной территории, продолжительности стационарных наблюдений и состава изучаемых элементов режима, потребности выполнения гидрометрических и геоморфометрических измерений и др.

Число пунктов наблюдений следует устанавливать с учётом требований к достоверности расчётных характеристик, исходя из протяжённости изучаемой территории, условий формирования гидрологического режима и климатических особенностей, пространственной изменчивости изучаемых характеристик, компоновки проектируемых сооружений.

Продолжительность наблюдений определяется временем, необходимым для установления корреляционных связей изучаемых характеристик. В зависимости от вида изучаемой характеристики продолжительность наблюдений должна быть не менее указанной в приложении 10 [1].

В качестве критерия при назначении величины расчётной характеристики принимается ежегодная вероятность превышения этой величины, а для процессов – прогнозное их развитие к концу расчётного периода.

Значения расчётных характеристик следует определять с вероятностью, устанавливаемой нормативными документами для видов сооружений с учётом их класса ответственности и стадии проектирования.

По результатам изысканий составляется отчёт в соответствии с приложением 2, п. 2.3.

2.9.3. Объём изысканий для архитектурного проекта

Изыскания проводятся для разработки схемы комплексного использования водных ресурсов, должны обеспечивать получение материалов и данных, позволяющих с необходимой полнотой оценить гидрологические характеристики водных объектов, намечаемых для их использования.

Заключение о режиме водных объектов составляется по материалам изученности, дополняемым результатами рекогносцировки.

Изыскания для архитектурного проекта должны проводиться для уточнения расчётных характеристик с целью повышения достоверности их оценки при недостаточной продолжительности периода наблюдений на предшествующих стадиях изысканий и при необходимости контроля над развитием гидрометеорологических процессов или за водными объектами со сложным режимом, достоверная оценка которых требует проведения наблюдений в течение длительного периода.

Изыскания для архитектурного проекта должны обеспечивать получение материалов и данных для оценки и сопоставления условий, обоснования выбора оптимального варианта пункта (площадки, участка, трассы) и основных параметров сооружений, определения инженерно-гидрометеорологических условий их эксплуатации с оценкой возможности воздействия на объект опасных гидрометеорологических процессов и рекомендациями по инженерной защите.

Для каждого варианта размещения объекта при необходимости следует предусматривать наблюдения за климатическими условиями, режимом водных объектов, а также развитием гидрометеорологических процессов. Состав гидрометеорологических характеристик площадки строительства приведен в приложении 12 [1].

Заключения по изысканиям допускается составлять на основе материалов изученности и результатов рекогносцировки для сооружений III класса ответст-

венности, площадок строительства, расположенных в пределах изученной территории, и сооружений, на которые гидрологические и климатические условия не оказывают существенного влияния. В остальных случаях исходные данные должны быть получены при изысканиях с изучением гидрологического режима (климатических условий) района строительства, включая специальные работы и исследования.

2.9.4. Изыскания для рабочего (строительного) проекта

Изыскания для проекта (строительного проекта) проводятся для изучения или уточнения инженерно-гидрометеорологических условий территории, определения расчётных характеристик гидрологического режима и климатических условий, которые были установлены при изысканиях для архитектурного проекта. При строительстве сооружений I и II класса ответственности в составе постов (станций) должен предусматриваться, как правило, один опорный пункт, репрезентативный по фоновым характеристикам режима изучаемой территории, наблюдения на котором проводятся на всех стадиях изысканий.

Изыскания для рабочего проекта проводятся, как правило, для отдельных зданий и сооружений и в случаях, когда инженерно-гидрометеорологические условия не оказывают определённого влияния на выбор площадки строительства и условия эксплуатации сооружения. При необходимости длительного изучения гидрологического режима или климатических условий в составе работ следует предусматривать наблюдения, продолжительность которых должна предусматриваться по разделу 5.2.

Изыскания для обоснования инженерной защиты от опасных гидрометеорологических процессов должны включать организацию и проведение наблюдений за режимом водного объекта и метеорологических процессов, изучение их динамики; морфометрические, гидрометрические и другие виды эпизодических измерений, связанных с изучением гидрометеорологических процессов.

Изыскания для обоснования проекта хозяйственно-питьевого и промышленного водоснабжения должны удовлетворять требованиям нормативных документов по проектированию источников водоснабжения и условиям расположения водозаборных сооружений.

На участках, перспективных для организации водозабора, следует проводить наблюдения за гидрологическим режимом в течении, как правило, гидрологического года. Перечень характеристик водозаборов приведён в приложении 13 [1]. По результатам изысканий должна быть дана детальная оценка источника водоснабжения и гидрологических условий строительства и эксплуатации водозаборных сооружений.

Изыскания для проекта организации выпусков сточных вод должны обеспечивать получение исходных данных для выбора водного объекта и, при необходимости, места размещения очистных сооружений, створа и типа конструкций выпусков с учётом требований к охране окружающей среды, разработки инженерной защиты. Расчётные гидрологические характеристики указаны в приложении 13 [1].

2.9.5. Изыскания для трасс линейных сооружений.

Изыскания для трасс линейных сооружений должны обеспечивать оценку климатических условий полосы трассы и выбор участков перехода трассы через водные объекты. Для участков перехода через большие или сложные водные объекты с целью получения необходимых данных следует предусматривать дополнительные работы.

При изысканиях для линейных сооружений в дополнение к 5.2 следует учитывать вид линейных сооружений, размер и характеристику режима водного объекта в местах перехода, возможность проявления опасных метеорологических процессов, их вида и ожидаемого воздействия на сооружение. Гидрометеорологические характеристики по трассам автомобильных и железных дорог указаны в приложении 14 [1].

Состав работ при переходах через водные объекты трасс воздушных ЛЭП следует определять с учётом группы сложности перехода в соответствии с приложением 15[1].

Изучение гидрологического режима и определение расчётных характеристик следует предусматривать в составе работ лишь для переходов трассы ЛЭП при I и II группе сложности, для которых изыскания проводятся по программе. Для перехода через водные объекты I группы следует устанавливать лишь их количество и морфометрические данные дна долины, учитываемые при расстановке опор ЛЭП.

При изысканиях для магистральных трубопроводов состав работ следует определять с учётом способа прокладки при переходе через водные объекты и их сложности по условиям пересечения в соответствии с приложением 17 [1]. Гидрометеорологические характеристики указаны в приложении 18 [1].

При изысканиях для выбора направления трассы магистральных трубопроводов должны быть установлены местоположение, общее число и гидрологические условия больших и средних переходов и климатические условия в полосе трассы.

Для малых переходов следует учитывать только их общее количество, определяемое приближенно по характерным участкам. Климатические условия трассы, выбор мест размещения и гидрологические условия больших и средних переходов следует определять приближенно с учётом изученности территории. При недостаточной изученности должно быть предусмотрено наземное обследование участков больших и средних переходов, а для малых переходов – участков трассы в районах с развитой овражно-балочной сетью.

При изысканиях на выбранном направлении трассы предварительная оценка гидрологических условий по результатам предшествующих работ для участков больших и средних переходов должна быть уточнена на основе наблюдений за режимом водных объектов и их детального обследования, для малых переходов – по данным изученности территории строительства.

При большом числе малых переходов, располагаемых в зоне интенсивной овражно-балочной сети, оценку их гидрологических условий допускается выполнять на основе наблюдений на эталонных участках с изучением стока и эрозийной деятельности.

2.9.6. Изыскания для реконструкции и технического перевооружения объектов

Данные изыскания должны обеспечивать получение следующих исходных данных:

1) о режиме водного объекта и климатических условиях, сложившихся в процессе эксплуатации объекта;

2) оценку изменений установленных предшествующими изысканиями характеристик гидрологического режима и климатических условий, связанных со строительством и эксплуатацией объекта, и их сопоставлением с ранее выполненным прогнозом;

3) определение расчётных гидрологических и метеорологических характеристик для разработки проекта реконструкции, включая мероприятия по охране окружающей среды.

При изысканиях для реконструкции должны быть собраны материалы ранее выполненных изысканий, по гидрологическому режиму изучаемого водного объекта, а также по постам-аналогам за период эксплуатации сооружений, о неблагоприятных воздействиях реконструируемых сооружений на качество и режим водных объектов, и флору, фауну и воздушный бассейн. В необходимых случаях следует проводить гидрологические наблюдения и изучать климатические условия в заданном районе строительства.

Наблюдения за режимом водных объектов, изучение климатических условий и гидрометеорологических процессов должны предусматриваться в случаях, когда:

– в результате предварительной оценки установлено отличие принятых для обоснования проектов расчётных гидрологических характеристик, климатических условий и других характерных факторов от их реальных значений;

– при эксплуатации объекта установлены неблагоприятные гидрометеорологические воздействия на сооружения, не учтённые при разработке их проектов;

– необходима разработка проекта инженерной защиты объекта;

– предотвращение неблагоприятного воздействия объекта на окружающую среду;

– реконструкция объекта предусматривает промышленное или хозяйственное освоение новой территории, увеличение водоотбора или изыскания новых источников водоснабжения, увеличение выпусков промышленных стоков и другие хозяйственные мероприятия, проекты которых вызывают необходимость как гидрометеорологического, так и геоэкологического обоснования.

При организации наблюдений в состав гидрологической (метеорологической) сети должны быть включены посты, действовавшие при проведении предыдущих гидрометеорологических изысканий, которые следует принимать в качестве опорных при определении изменений в режиме существующего водного объекта или изменённых на данный момент климатических условий, которые могут существенно повлиять на состояние окружающей среды.

Вновь организуемые стационарные посты на данном строительном объекте следует размещать исходя из необходимости получения характерных исходных

инженерно-геологических и гидрогеологических данных для определения характера воздействия эксплуатируемых зданий или сооружений на водный объект и оценки изменения основных характеристик его режима, сложившегося в данных условиях строительства и эксплуатации.

2.9.7. Изыскания при наличии опасных гидрометеорологических явлений

Изыскания в зоне возможного проявления опасных гидрометеорологических процессов должны обеспечивать выбор площадки строительства по возможности вне зоны действия процессов с учётом их направленности и развития и определения на основе натурных исследований характеристик процессов и явлений для разработки инженерной защиты.

Характеристики опасных гидрометеорологических процессов и явлений должны устанавливаться с применением статистических методов оценки (для процессов и явлений, имеющих вероятный характер) или на основе прогноза их развития (для постоянно действующих однонаправленных процессов).

Исходная информация для определения расчётных характеристик опасных процессов и явлений, имеющих вероятный характер распределения в многолетнем разрезе, должна содержать ряды ежегодных значений их характеристик за длительный период наблюдений, а также сведения о имеющихся характерных, выдающихся максимумах, происходящих в течении длительного времени.

2.10. Морфометрические работы

Морфометрические изыскания проводятся как для установления качественной и количественной характеристик форм рельефа местности, так и для определения расположения водных ресурсов на будущей строительной площадке. Данные изыскания проводятся также для обоснования выбора наиболее подходящего участка для данного вида строительства. Морфометрические изыскания устанавливают формы залегания слоев горных пород, их вид и состояние. Также устанавливается наличие различного вида дислокаций [2] доп.

2.10.1. Элементы, формы и сочетание слоев осадочных пород

Главным признаком осадочных пород является слоистость, которая образуется в процессе периодического накопления осадков и представляет собой последовательное чередование различных горных пород в виде слоев.

В составе слоя может быть *микрослоистость*, отражающая зависимость осадконакопления от смены времен года на суше. Микрослоистость характерна для озерных пород, встречается среди речных и иногда морских отложений. При резком различии слоев по их составу, например, известняка и песка, слои называют *пластами*. В этих случаях слои обычно ограничены с двух сторон четко выраженными поверхностями, которые принято называть *плоскостями* напластования.

Для того, чтобы при осмотре естественных обнажений не допускать ошибок, различают мощность истинную и кажущуюся. Истинная представляет собой кратчайшее расстояние между кровлей и подошвой слоя, а кажущаяся – наблюдаемая непосредственно в обнажении.

Мощность пластов бывает разнообразной и определяется интенсивностью и длительностью процесса осадконакопления. Наибольшей мощностью обладают морские отложения (десятки и сотни метров). Континентальные отложения четвертичной системы, залегающие непосредственно под почвенным слоем и перекрывающие коренные морские породы возраста, обладают относительно небольшой мощностью – порядка 10-50 м.

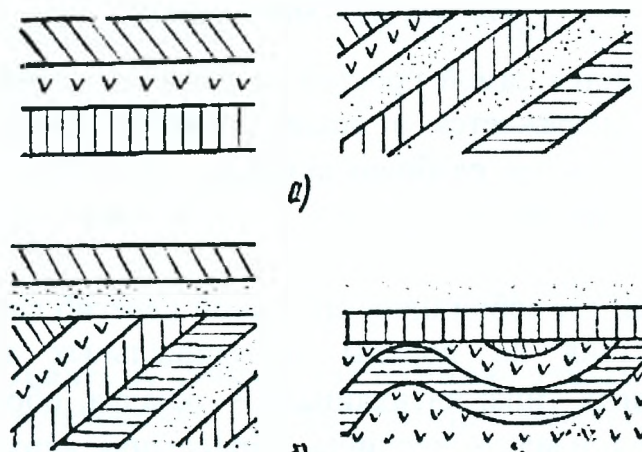
Морские отложения, как правило, имеют большую несущую способность. Поэтому на таких отложениях можно устраивать плитные конструкции фундаментов на естественном основании

Форма слоев. Условия осадконакопления весьма разнообразны. Осадки накапливаются в морях, озерах, в процессе деятельности рек и т.д. Это обуславливает образование слоев различной формы в плане и по вертикали. *Нормальными* называют слои большой мощности и протяженности. Кровля у них параллельна подошве.

Для *линз* характерно резкое падение мощности от центра к периферии на сравнительно небольшой площади. Часто встречаются слои с *выклиниванием, пережимами*, в виде *пропластков*, которым свойственна небольшая мощность, но большая протяженность, и *прослоев*, имеющих ограниченное распространение и небольшую мощность.

С инженерно-геологической точки зрения наряду с изменяемостью по вертикали и мощностью пластов большое значение имеет их протяженность. Наибольшую протяженность пластов, измеряемую иногда сотнями километров, имеют осадки морского происхождения. Граница распространения этих осадков определяется очертанием морского бассейна, в котором они отлагались. Пласты континентальных отложений, образовавшихся на суше (в том числе и в водотоках), обычно быстро выклиниваются, сменяются отложениями другого вида.

Сочетание слоев. Группу слоев различной мощности, объединяемых сходством состава или возрастом, называют *толщей*. Кроме того, по характеру залегания слоев относительно друг друга выделяют залегания: согласное и несогласное (рисунок 2.1).



а – согласное; *б* – несогласное

Рисунок 2.1 – Сочетание слоев

В первом случае слои располагаются параллельно друг другу. При несогласном залегании вся толща пород разделяется на две части: нижнюю 1 и верхнюю 2. В пределах каждой части породы залегают согласно. Между собой они залегают несогласно, так как слои верхней части непараллельны слоям нижней. Причины несогласного залегания слоев кроются в геологической истории данной территории. Между верхней и нижней частью толщи был перерыв в осадконакоплении. Нижняя часть подвергалась воздействию тектонических процессов. Верхние слои отложились позже и сохраняют первоначальное залегание.

2.10.2. Формы нарушенного залегания осадочных пород

Осадочные породы могут залегают горизонтально или почти горизонтально. Это положение сохраняется даже при колебательных движениях земной коры. Так сейчас залегают, например, осадочные породы на равнинах европейской части России.

Тектонические движения выводят пласты из горизонтального положения, нарушают их первоначальное залегание. Возникают дислокации. Дислокации в зависимости от вида тектонических движений разделяют на складчатые и разрывные.

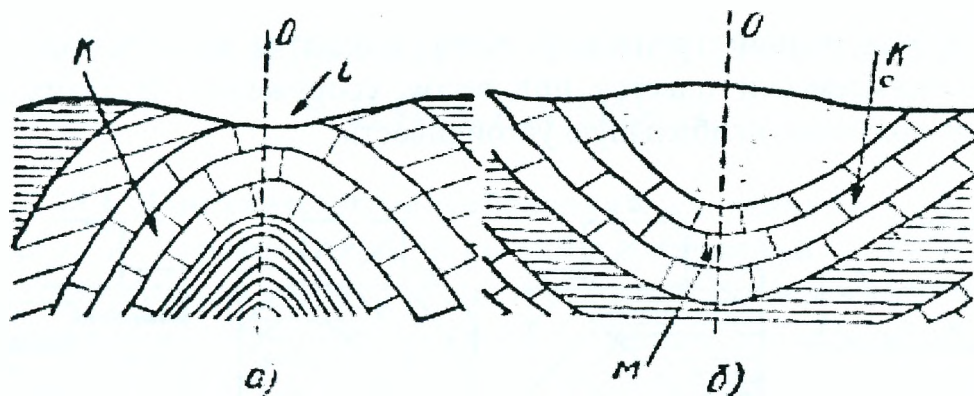
Складчатые дислокации. Все формы дислокаций образуются без разрыва сплошности слоев (пластов). Это является их характерной особенностью. К складчатым дислокациям относятся моноклираль (рисунок 2.2), складка (рисунок 2.3) и флексура.



Рисунок 2.2 – Моноклираль

Моноклираль является самой простой формой нарушения первоначального залегания пород и выражается в общем наклоне слоев по отношению к горизонту. Различают слои слабонаклоненные ($0-16^\circ$), полого наклоненные ($16-31^\circ$), сильно наклоненные ($31-76^\circ$), крутые ($76-81^\circ$) и поставленные на голову ($81-90^\circ$).

Складка представляет собой один сплошной перегиб слоев, возникающий в результате воздействия на породы тангенциальных тектонических сил. Выделяют два главных типа: антиклиналь – складка, обращенная своей вершиной вверх; и синклираль – вершина, обращенная вниз (рисунок 2.3). При оценке строительных площадок со складчатыми дислокациями следует помнить, что породы в вершинах складок всегда трещиноваты.



а – антиклиналь; б – синклираль; К – крыло;
 О – ось складки; С – седло; М – мульда
 Рисунок 2.3 – Складки и их элементы

В зависимости от формы и угла наклона крыльев и положения осевой плоскости складки делят на прямые, косые, лежачие, опрокинутые, а также веерообразные, сундучные и т. д.

Флексура представляет собой коленоподобную складку, образовавшуюся при смещении одной части толщи пород относительно другой без разрыва сплошности.

Разрывные дислокации возникают в результате интенсивных тектонических движений, которые происходят в земной коре и приводят к разрыву сплошности пород и смещению разорванных частей слоев относительно друг друга.

Смещение происходит по плоскости разрыва, которая проявляется в виде трещин. Величина амплитуды смещения бывает различной – от сантиметров до километров (при ширине трещин – от сантиметров до метров).

К разрывным дислокациям относят сбросы и взбросы, горсты и грабены, сдвиги и надвиги.

Сброс образуется в результате опускания одной части толщи пород относительно другой. Если при разрыве происходит поднятие, то образуется *взброс*. Иногда на одном участке образуется серия разрывов, следующих друг за другом. В этом случае возникают ступенчатые сбросы (или взбросы).

Грабен возникает, когда участок земной коры опускается между двумя крупными разрывами. Таким путем образовались Байкал и впадина, где располагается Красное море.

Горстформа, обратная грабену.

Сдвиг и надвиг в отличие от предыдущих форм разрывных дислокаций возникают при смещениях толщ пород в горизонтальной (сдвиг) и по сравнительно наклонной (надвиг) плоскости. В результате надвига молодые отложения могут быть перекрыты породами более древнего периода.

2.10.3. Значение данных о залегании горных пород

С инженерно-геологической точки зрения наиболее благоприятным является горизонтальное залегание слоев, большая их мощность, однородность состава (рис. 2.5). В этом случае фундаменты зданий и сооружений распо-

лагаются в однородной грунтовой среде, создается предпосылка для равномерной сжимаемости пластов под весом сооружения. В таких условиях сооружения получают наибольшую устойчивость.

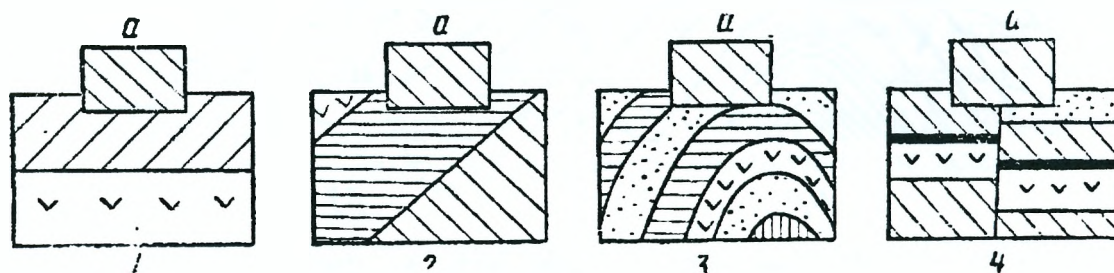


Рис. 42. Размещение здания (а) на строительных площадках различного геологического строения:
1 и 2 — благоприятные участки; 3 — малоблагоприятные; 4 — неблагоприятные

Наличие дислокаций резко изменяет и усложняет инженерно-геологические условия строительных площадок. Нарушается однородность грунтов оснований сооружений, образуются зоны дробления, снижается прочность пород, по трещинам разрывов периодически происходят смещения. Пласты приобретают наклонное положение.

Крутизна падения пластов имеет большое инженерно-геологическое значение. При крутом падении пластов разные части сооружения могут располагаться на различных породах. Это может вызвать неравномерную сжимаемость пластов и деформацию самого сооружения вследствие неравномерной осадки различных его частей.

Сооружение может оказаться в неблагоприятных условиях при сложном характере складок и малых их размерах. При достаточно крутом падении пластов, в состав которых входят те или иные виды глинистых пород, на склонах нередко возникают оползневые явления.

Складчатые дислокации нередко сопровождаются сбросами и надвигами. При наличии сброса или надвига большой протяженности следует выбирать место для сооружения в удалении от линии разлома.

При инженерно-геологической оценке строительных площадок, имеющих тектонические нарушения, необходимо учитывать историю формирования всего горного района.

ГЛАВА 3. ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ИЗЫСКАНИЯМ

3.1. Дополнительные требования к изысканиям при реконструкции зданий и сооружений

При изысканиях для реконструкции и технического перевооружения строительных объектов должны быть получены следующие материалы и данные для:

- 1) оценки ИГ и ИГЭ или природных условий с учетом изменений за период строительства и эксплуатации;
- 2) расчета грунтовых оснований с учетом влияния сооружаемых;
- 3) усиливаемых или дополнительно нагруженных фундаментов на основания существующих;
- 4) прогнозирования изменения геологической или природной среды.

Совместно с представителями проектной и эксплуатирующей организаций необходимо устанавливать: наличие, характер и причины деформаций зданий и сооружений, работы дренажей, дефекты вертикальной и горизонтальной планировки и другие факторы, обуславливающие изменение геологической среды или являющиеся их следствием.

Задание на изыскание должно содержать данные о существующих конструкциях, нагрузках на фундаменты, условия эксплуатации зданий и сооружений, сведения об авариях, проводившихся реконструкциях и предстоящих изменениях. К заданию должны быть приложены чертежи фундаментов и несущих конструкций.

Изыскания следует проводить с учетом сферы новых техногенных воздействий на геологическую среду. Для выявления изменений рельефа необходимо сопоставлять топографические планы, составленные до начала строительства и на момент изысканий, использовать материалы по инженерной подготовке, закладке инженерных коммуникаций и др. работ.

При изысканиях на территориях промышленных предприятий следует учитывать техногенные изменения уровня режима и коррозионной агрессивности подземных вод и грунтов, прочностные и деформационные свойства грунтов и их возможное загрязнение.

Основания зданий и сооружений необходимо исследовать прежде всего у характерных сечений, в местах резкого изменения высоты зданий или нагрузок. Состояние вскрытых фундаментов должен определять представитель заказчика. Следует учитывать, что в зависимости от характера и интенсивности воздействий в пределах ранее выделенных ИГЭ могут формироваться новые. Нормативные и расчетные значения грунтов и горных пород следует приводить отдельно – как под фундаментами, так и за пределами зон их влияния.

При проведении работ не следует допускать нарушения состояния грунтов оснований за пределами выработок. Восстановление покрытий, гидроизоляции, защитных слоев и других элементов по окончании изысканий должно быть организовано заказчиком.

3.2. Дополнительные требования к изысканиям в районах распространения специфических грунтов

Настоящий подраздел устанавливает дополнительные правила проведения инженерно-геологических изысканий в районах распространения специфических грунтов (слабых, искусственных, просадочных, набухающих) по трассам, сооружениям и площадкам дорожной службы и сервиса на разных стадиях проектирования.

3.2.1. Элювиальные грунты

К элювиальным относятся грунты без жестких структурных связей, образовавшиеся в результате выветривания скальных или нескальных горных пород.

В профиле коры выветривания скальных грунтов следует выделять дисперсную, обломочную и трещиноватую зоны.

В профиле коры выветривания нескальных грунтов – ледниковых, озерно-ледниковых, озерных и других пылевато-глинистых и карбонатных – следует выделять элювиальные грунты верхней и переходной зон.

Особое внимание следует уделять установлению и изучению верхней зоны, грунты которой, сохраняя признаки типа, отличаются от грунтов нижней, неветрелой зоны обычно худшими физическими свойствами, меньшей прочностью и большей сжимаемостью. Грунтам переходной зоны свойственны промежуточные значения характеристик. В пределах зон могут выделяться горизонты, различающиеся прежде всего по прочности и сжимаемости. Характер границ между зонами различен – от резких изменений до постепенных переходов.

В пределах предполагаемой сферы взаимодействия объектов с геологической средой вертикальную зональность глинистых и карбонатных грунтов следует выявлять при любой глубине залегания их кровли и мощности.

Зоны коры выветривания нескальных грунтов и дисперсную скальных следует выделять по результатам комплексных исследований, прежде всего зондирования и геофизических. Выделение зон только по физическим свойствам грунтов не допускается.

При изысканиях для архитектурного проекта необходимо устанавливать распространение, условия залегания, мощность, типы, виды, разновидности и свойства элювиальных грунтов. При значительной изменчивости этих показателей инженерно-геологическую съёмку следует выполнять в масштабах 1:10000-1:5000. При изысканиях для проекта ИГ съёмку следует выполнять в масштабах 1:5000-1:1000.

При изысканиях для проекта на участках отдельных зданий и сооружений для скальных грунтов необходимо дополнительно устанавливать и состав материнских грунтов, элементы простираения и падения, наличие прослоев, карманов, гнёзд других грунтов, морфологические особенности, состав и количество обломочных включений.

На участках зданий сооружений I и II класса ответственности прочностные и деформационные характеристики грунтов дисперсной и обломочной зон выветривания следует определять преимущественно полевыми и лабораторными методами. Для установления разреза и отбора монолитов элювиальных грунтов часть выработок могут составлять шурфы или дудки.

3.2.2. Слабые грунты

К слабым грунтам [2] относятся биогенные (илы, сапропели, болотный мергель, торф и заторфованные грунты), пылевато-глинистые грунты с показателем текучести более 0,5 и карбонатные грунты. В зависимости от содержания органических веществ слабые биогенные грунты делят на три группы:

- органические с потерями при прокаливании более 50 %;
- органоминеральные с потерями от 10 % до 50 % включ.;
- минеральные с потерями менее 10 %.

При использовании органоминеральных и органических грунтов в качестве основания земляного полотна и сооружений инженерно-геологические изыскания следует выполнять (по заданию заказчика) до и после устройства насыпей и создания сооружений.

При инженерно-геологических изысканиях в районах развития слабых грунтов должны быть получены материалы для:

- оценки целесообразности сохранения слабых грунтов в качестве основания или необходимости их удаления, замены и укрепления их сваями (песчаными или др.) на полную мощность;
- выбора типа основания, обеспечивающего эксплуатационную надежность сооружения, с учетом ожидаемых изменений инженерно-геологических условий;
- определения объема и технологии выполнения работ, необходимых для осуществления намеченных мероприятий.

При выполнении инженерно-геологических изысканий необходимо применять полевые методы исследования грунтов в массиве (зондирование, геофизические методы, испытание крыльчаткой и др.), учитывая специфические свойства грунтов, условия их залегания и затруднительный отбор проб ненарушенной структуры. Особое внимание следует уделять определению содержания органического вещества и определению профиля минерального дна.

Для разработки обоснования инвестиций (ОИ) необходимо иметь данные о границах распространения слабых грунтов, их глубине, типе болота по всем вариантам трассы и (или) площадкам проектируемых сооружений. Для этого при выполнении инженерно-геологических изысканий для ОИ в районах распространения органоминеральных и органических грунтов необходимо, кроме сбора и обобщения материалов изысканий и исследований прошлых лет, по всем конкурирующим вариантам проходить выработки по оси трасс и поперечникам. При этом расстояние между выработками по оси составляет от 250 до 500 м, количество скважин на поперечниках – не менее трех. В зависимости от протяженности и площади распространения слабых грунтов на каждом из обследуемых участков должны быть пройдены две-три выработки до кровли подстилающих минеральных грунтов с заглублением в них на глубину от 1,5 до 2,0 м.

Отбор проб для лабораторных определений следует производить из 50 % выработок с интервалом опробования до 2,0 м – при однородных грунтах и из всех разновидностей – при неоднородных грунтах.

Полевые исследования грунтов (испытание крыльчаткой, статическое зондирование и др.) следует применять как для определения глубины залегания и

мощности слабых грунтов, так и для предварительного установления их прочностных и деформационных характеристик.

Лабораторные исследования органоминеральных и органических грунтов на данной стадии изысканий должны включать определение состава, содержания органических веществ, физических свойств (плотности, влажности, показателя текучести), а при необходимости – и другие показатели.

В отчете об инженерно-геологических изысканиях на данной стадии должны быть отражены:

- для торфов и заторфованных грунтов – генезис, геоморфологический тип болот, мощность болотных отложений, рельеф минерального дна болота с определением уклона, обводненность, состав и свойства толщи болотных отложений и подстилающих минеральных грунтов, содержание органических веществ;
- для илов, сапропелей и слабых пылевато-глинистых грунтов – границы отложений по трассе сооружения, их мощность, условия залегания, физические свойства;
- предварительный прогноз возможных изменений физико-механических свойств слабых грунтов в процессе строительства и эксплуатации сооружений.

В отчете должны быть предварительные рекомендации по выбору варианта трассы или площадки сооружения с учетом наиболее оптимального использования слабых грунтов в основании.

3.2.2.1. Инженерно-геологические изыскания на стадии «разработка архитектурного проекта» в районах распространения слабых грунтов

При выполнении инженерно-геологических изысканий на стадии «разработка архитектурного проекта» в районах распространения слабых грунтов необходимо установить:

- границы участка со слабыми грунтами в пределах трассы или площадки проектируемого сооружения;
- условия залегания и строение слабой толщи, ее стратиграфические особенности (наличие валунов, пней и т. п.), характер подстилающих пород и рельеф их кровли;
- состав и физико-механические свойства грунтов и прогноз их изменений в процессе строительства и эксплуатации сооружения;
- состав и свойства подстилающих и перекрывающих пород;
- гидрогеологические условия и прогноз их изменений;
- рекомендации по использованию слабых грунтов в основании земляного полотна или сооружения.

Расположение выработок устанавливаются по приложению Г [2]. Количество и глубина выработок зависят от категории проектируемой дороги или уровня ответственности сооружения, с учетом категории сложности инженерно-геологических условий, условий залегания и мощности слабой толщи. При этом не менее 30 % выработок по трассе должно быть заглублено в подстилающие (минеральные) грунты на 2–3 м, а при свайных фундаментах – на 5 м ниже предполагаемой глубины погружения свай (приложение В). Отбор проб для лабора-

торных определений следует производить при высокой изменчивости свойств грунтов, с интервалами до 1,5 м.

Полевые исследования слабых грунтов по ГОСТ 19912 (крыльчатку, статическое зондирование) 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 исследований следует размещать, как правило, в створах выработок.

Гидрогеологические исследования выполняют для уточнения источников обводнения, глубины залегания подземных вод, их химического состава, агрессивности к бетону и коррозионной активности к металлам.

Лабораторные исследования на данной стадии для слабых грунтов, помимо определения показателей физико-механических показателей грунтов, должны включать определение:

- влажности и плотности в водонасыщенном состоянии, содержания органических веществ, степени разложения, зольности (ГОСТ 26801) – для торфов и заторфованных грунтов;

- гранулометрического состава, содержания органических веществ и карбонатов – для илов, сапропелей и слабых пылевато-глинистых грунтов.

Определения механических свойств грунтов следует выполнять по одной и той же методике, с целью получения сопоставимых результатов в соответствии с ТКП 45-3.03-112.

В отчете по результатам изысканий для данной стадии, в дополнение к СНБ 1.02.01 (приложение Ю), должны содержаться рекомендации по использованию слабых грунтов в качестве основания земляного полотна (замена грунта, укрепление грунта, осушение и т. п.), а также по выбору типа фундаментов при использовании их в качестве оснований зданий или сооружений.

3.2.2.2. Изыскания на стадии «разработка строительного проекта» в зоне распространения слабых грунтов

При выполнении инженерно-геологических изысканий на стадии «разработка строительного проекта» в зоне распространения слабых грунтов дополнительно проводят:

- уточнение и детализацию условий залегания, свойств, состава, мощности слабых грунтов как на отдельных участках трасс, так и под конкретные сооружения;

- уточнение границ выделенных инженерно-геологических элементов, а также нормативных и расчетных характеристик прочностных, деформационных и физических свойств по каждому выделенному инженерно-геологическому элементу, конкретному участку проектируемой автомобильной дороги;

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

Рекомендуемые расстояния между выработками приведены в приложении В. Глубину выработок устанавливают в зависимости от мощности слабых грунтов, типа фундаментов, высоты насыпи и проектируемых нагрузок.

Для выявления разуплотненных и ослабленных зон как по трассе проектируемой автодороги, так и на площадках сооружений необходимо использовать статическое зондирование. Для установления изменения физико-механических характеристик грунтов каждый инженерно-геологический элемент должен быть охарактеризован не менее чем шестью точками статического зондирования. Лабораторные исследования грунтов выполняют для уточнения показателей их физико-механических свойств, определенных на предыдущих стадиях.

Гидрогеологические исследования включают проведение опытно-фильтрационных работ, дополнительные исследования химического состава, агрессивности подземных вод.

В отчете по инженерно-геологическим изысканиям для данной стадии, в дополнение к СНБ 1.02.01 (приложение Ю), должны быть приведены уточненные рекомендации по выбору типа фундаментов для сооружений и устройству насыпи земляного полотна. В 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 возводимых сооружений, за осадками и деформациями возводимых сооружений. Наблюдения выполняет заказчик или, по его поручению, проектно-изыскательская организация.

К отчету прилагают графические материалы:

- план участка с изолиниями слабой толщи;
- геологические разрезы по оси трассы и по характерным поперечникам с нанесенными на них результатами определения основных показателей состава и состояния грунтов в условиях природного залегания.

3.3. Искусственные грунты

К искусственным (техногенным) грунтам, образующимся в результате деятельности человека, следует относить:

- грунты, преобразованные в природном залегании (обломочные, биогенные, почвы), физическим или химическим воздействием.

Физические воздействия (уплотнение методом трамбования, укатки, виброуплотнения, осушение песчаными дренами с пригрузкой и др.) изменяют строение и фазовый состав грунтов.

Химические воздействия (электроосмос, цементация, внесение поверхностно-активных веществ, силикатизация, глинизация, прогрев, обжиг и др.) изменяют вещественный состав грунтов, их структуру и текстуру;

- насыпные грунты (природные, отходы производств и бытовые отходы). Ориентировочное время самоуплотнения таких грунтов в зависимости от способа отсыпки приведено в таблице 3.1;

- намывные грунты (природные и отходы производств). Ориентировочное время упрочнения таких грунтов приведено в таблице 3.2.

Время, в течение которого завершается уплотнение подстилающих грунтов от веса насыпи, при отсутствии конкретных наблюдений допускается принимать равным для грунтов:

- песчаных – 1 год;
- глинистых, расположенных выше уровня подземных вод, – 2 года;
- глинистых, расположенных ниже уровня подземных вод, – 5 лет.

Таблица 3.1 – Время самоуплотнения насыпных грунтов

Вид насыпного техногенного грунта	Ориентировочное время самоуплотнения в зависимости от способа отсыпки, год		
	Возведенная насыпь	Отвал	Свалка
Крупнообломочный	0,2–1,0	1–3	2–5
Песчаный	0,5–2,0	2–5	5–10
Глинистый	2,0–5,0	10–15	10–30
Шлак, формовочная земля	–	2–5	–
Зола, колошниковая пыль	–	5–10	–

Примечания

- 1 Планомерно возведенные насыпи создают по специально разработанному проекту из однородных грунтов, как правило, естественного происхождения, посредством 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, указанную в таблице, следует увеличивать в 2,0–2,5 раза.
- 5 При постоянном действии вибрации и замачивании продолжительность самоуплотнения, указанную в таблице, следует уменьшать в 2 раза.

Таблица 3.2 - Время самоуплотнения и упрочнения намывных грунтов

Грунт естественного основания	Ориентировочное время самоуплотнения и упрочнения намывных грунтов, мес			
	Пески крупные и средней крупности	Пески мелкие	Пески пылеватые	Пески и супеси с содержанием органических веществ
Песчано-гравийный	0,5	1,0	2,0	3,0
Песчаный	1,0	2,0	3,0	6,0
Органо-минеральный (торф, заторфованный грунт)	2,0	3,0	6,0	12,0
Глинистый	3,0	6,0	12,0	24,0

3.3.1. Изыскания на стадии «обоснование инвестирования в строительство объектов» в районах распространения искусственных грунтов

При выполнении инженерно-геологических изысканий на стадии «обоснование инвестирования в строительство объектов» в районах распространения искусственных грунтов необходимо установить:

- мощность техногенных грунтов и изменение 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), способах их преобразования, перемещения и укладки;
- геологическое строение естественного основания и рельеф естественной поверхности в период, предшествующий образованию толщи техногенных грунтов;
- наличие деформаций по трассам и сооружениям вследствие неравномерных осадок, связанных с самоуплотнением техногенных грунтов;
- рекомендации по учету основных особенностей техногенных грунтов при проектировании земляного полотна дороги и искусственных сооружений.

Для этого необходимо осуществить сбор, анализ и обобщение материалов изысканий прошлых лет, использовать другие сведения об инженерно-геологических и гидрогеологических условиях исследуемой трассы или площадки.

Границы искусственных грунтов, их протяженность по трассе линейных сооружений и глубину выработок для изучения распространения границ рекомендуется устанавливать исходя из условий формирования и залегания грунтов по приложениям В и Г [2].

В отчете об инженерно-геологических изысканиях, в дополнение к перечисленным требованиям, необходимо приводить рекомендации по проведению дальнейших инженерно-геологических изысканий при необходимости выполнения специальных работ и исследований на последующих стадиях проектирования.

3.3.2. Изыскания на стадии разработки архитектурного проекта в районе распространения искусственных грунтов

При выполнении инженерно-геологических изысканий в районе распространения искусственных грунтов на стадии разработки архитектурного проекта дополнительно необходимо установить:

- давность образования массива техногенных грунтов и его отдельных участков с учетом завершения процессов самоуплотнения, консолидации и упрочнения, прогнозируемой дополнительной осадки;
- условия распространения и залегания искусственных грунтов, приуроченность к формам рельефа, способы формирования, литологический состав техногенных и подстилающих грунтов по трассе линейного сооружения, с учетом их неоднородности;
- возможные изменения режима подземных вод в результате строительного освоения площадки;
- результаты геотехнического контроля для намывных и насыпных грунтов и промышленных отходов;
- характер деформаций существующих сооружений, связанных с неравномерностью осадок, с определением причин.

Инженерно-геологические изыскания на данной стадии по трассам линейных сооружений следует проводить в масштабе 1:2000 или 1:1000. Более крупномасштабные съемки (масштаб 1:500) следует предусматривать для непланомерно возведенных грунтов (отвалы, свалки и др.) при соответствующем обосновании в программе изысканий.

Расстояние между выработками, их глубину и количество по трассе и на поперечниках необходимо устанавливать по приложениям В и Г [2].

Бурение скважин осуществляют, как правило, на полную толщу техногенных грунтов. Горные выработки по трассе и сооружениям размещают с учетом особенностей и рельефа поверхности естественного основания техногенных грунтов.

Определение характеристик для подстилающих грунтов выполняют стандартным способом по ГОСТ 12536 и ГОСТ 5180.

Из полевых исследований грунтов необходимо использовать статическое и динамическое зондирование по ГОСТ 19912, испытания грунтов штампами и прессиометрами по ГОСТ 20276, а также испытания на срез целиков грунта и измерение порового давления при соответствующем обосновании в программе изысканий.

Количество испытаний штампом должно быть не менее трех на один инженерно-геологический элемент. Испытания на срез целиков грунта в одной точке следует проводить не менее чем при четырех вертикальных нагрузках.

Точки статического и динамического зондирования рекомендуется совмещать с пунктами прямых определений (штампы, испытания на срез).

Стационарные наблюдения необходимо выполнять на участках с незавершенными процессами уплотнения и упрочнения техногенных грунтов, если это может создать угрозу для устойчивости автомобильной дороги или сооружения.

В отчете по инженерно-геологическим изысканиям на стадии «разработка архитектурного проекта» должны быть приведены, дополнительно к 6.7.5, рекомендации по учету специфических особенностей искусственных грунтов при принятии проектных решений и по проведению изысканий на следующей стадии проектных работ.

3.3.3. Изыскания на стадии «разработка строительного проекта» в районах распространения искусственных грунтов

При выполнении инженерно-геологических изысканий в районах распространения искусственных грунтов на стадии «разработка строительного проекта» дополнительно к 3.3 необходимо установить:

- условия залегания грунтов на каждом отдельном участке трасс и по каждому сооружению, наличие прослоев рыхлых грунтов и другие литологические особенности, присущие техногенным грунтам;

- уточненные нормативные и расчетные характеристики состава, состояния и физико-механических свойств грунтов по данным лабораторных и полевых исследований;

- степень консолидации техногенных грунтов;

- характеристику подстилающих грунтов;
- возможность изменения режима подземных вод;
- рекомендации по учету специфических особенностей техногенных грунтов.

В пределах территории, непосредственно примыкающей к трассе автомобильной дороги или сооружению, необходимо выполнять инженерно-геологическую рекогносцировку с проходкой выработок. Для планомерно образованных техногенных толщ горные выработки по трассам необходимо размещать с интервалом не более чем 50 м по оси трассы и от 10 до 15 м – по поперечникам, по сооружениям – от 15 до 20 м по контурам и осям зданий. Для непланомерно возведенных толщ расстояния между выработками допускается уменьшать.

Глубина горных выработок должна быть установлена с учетом проходки всей толщи техногенных грунтов.

Показатели прочностных и деформационных характеристик техногенных грунтов рекомендуется уточнять по результатам испытаний грунтов штампами и испытаний целиков на срез.

Количество определений деформационных и прочностных характеристик в пределах выделенного инженерно-геологического элемента должно быть не менее трех.

Для сооружений, проектируемых на свайном основании, количество точек зондирования на один инженерно-геологический элемент или отдельное сооружение должно быть не менее шести.

Стационарные наблюдения следует продолжать по существующей сети. Если такая сеть не создана, ее необходимо предусмотреть на данной стадии и затем продолжать наблюдения в период строительства и эксплуатации автомобильной дороги или сооружения. Рекомендуемая продолжительность стационарных наблюдений – от 3 до 5 лет.

Опробование техногенных грунтов должно вестись по всей глубине выработки и залегающей ниже толще подстилающих грунтов. Интервал опробования – до 1,5 м. Опробованию подлежат 50 % выработок, количество проб на выделенный инженерно-геологический элемент должно быть не менее шести частных определений.

В отчете по инженерно-геологическим изысканиям на данной стадии необходимо приводить материалы изысканий с учетом результатов предшествующего этапа.

Графические материалы (продольный профиль по трассе, инженерно-геологические разрезы) должны отражать результаты обработки данных, полученных при изысканиях.

Инженерно-геологические изыскания в период строительства и эксплуатации линейных сооружений в районах распространения техногенных грунтов должны осуществляться для контроля за состоянием грунтов в выемках, котлованах, а также для получения данных об изменениях физико-механических свойств грунтов в процессе строительства и эксплуатации.

Состав и объем этих работ устанавливаются в программе изысканий по согласованию с заказчиком.

Результаты изысканий представляют в виде отчета с приложением актов приемки оснований после проведения инженерной подготовки участка трассы или площадки к строительству.

3.4. Просадочные грунты

3.4.1. К просадочным грунтам относятся пылевато-глинистые (лессовидные) грунты, дающие при замачивании при постоянной внешней нагрузке и нагрузке от собственного веса просадки, происходящие в результате уплотнения грунта. К просадочным относятся грунты, имеющие относительную просадочность $\epsilon_{sl} \geq 0,01$.

При проведении инженерно-геологических изысканий в районах распространения просадочных грунтов должны быть установлены:

- распространение и приуроченность просадочных грунтов к определенным геоморфологическим формам рельефа;
- наличие внешних признаков просадочности грунтов (блюдца, суффозионно-просадочные воронки и т.п.);
- мощность толщи просадочных грунтов;
- тип грунтовых условий по просадочности;
- специфические характеристики просадочных грунтов (относительная деформация просадочности, начальное просадочное давление, начальная просадочная влажность);
- гранулометрический состав;
- деформационные и прочностные характеристики при полном водонасыщении и природной влажности;
- наличие и характер источника замачивания грунтов;
- наличие и характер деформаций зданий и сооружений, вызванных просадочными явлениями;
- результаты исследований просадочных свойств грунтов и опытного замачивания на площадках с аналогичными условиями.

По результатам изысканий должны быть даны рекомендации по учету основных особенностей просадочных грунтов.

Предварительную оценку нормативных значений относительной деформации просадочности грунтов при инженерно-геологических изысканиях для сооружений I и II уровней ответственности и окончательную – для сооружений III уровня ответственности допускается принимать согласно данным, приведенным в приложении М [2].

3.4.2. Инженерно-геологические изыскания для обоснования инвестирования в районах развития просадочных грунтов

Данные исследования следует выполнять в соответствии с приложением Д и программой работ.

При сборе и обобщении материалов изысканий и исследований прошлых лет необходимо анализировать картографические материалы геологосъемоч-

ных, инженерно-геологических и гидрогеологических съемок, находящихся в фондах, отчеты об инженерно-геологических изысканиях, выполненных в аналогичных условиях.

Для более полного освещения инженерно-геологических условий необходимо выполнять рекогносцировочное обследование. При этом на каждом геоморфологическом элементе необходимо проходить выработки (шурфы, дудки, скважины) и отбирать не менее трех монолитов из каждого литологического слоя для лабораторного определения просадочных свойств грунтов.

Для оценки механических свойств просадочных грунтов рекомендуется использовать региональные таблицы или региональные корреляционные зависимости между показателями состава и состояния грунтов и характеристиками их просадочности.

Преобладающие типы грунтовых условий по просадочности необходимо устанавливать на основе общих геологических признаков и ранее выполненных работ и уточнять на следующих стадиях изысканий.

По результатам изысканий в отчете необходимо произвести оценку опасности процессов, связанных с просадочностью грунтов, целесообразности выбранного варианта трассы или размещения площадки, а также привести рекомендации по проведению инженерно-геологических изысканий на следующих стадиях и по выполнению специальных работ и исследований.

3.4.3 Инженерно-геологические изыскания для разработки архитектурного проекта в районах распространения просадочных грунтов

Данные исследования должны устанавливать:

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

- характер микрорельефа и развитие просадочных явлений (формы и размеры просадочных блюдечек, понижений, ложбин стока, псевдокарста, оврагов и др.);

- особенности структуры (характер вертикальных и горизонтальных макропор, расположение их по глубине и площади, пылеватость и др.), текстуры (тонкая слоистость, трещиноватость, карбонатность, степень вскипаемости при взаимодействии с соляной кислотой);

- типы грунтовых условий по просадочности по данным лабораторных, а при необходимости и полевых исследований грунтов;

- нормативные и расчетные значения характеристик просадочности, прочностных и деформационных характеристик просадочных грунтов природной влажности и в водонасыщенном состоянии по инженерно-геологическим элементам;

- прогноз изменений уровня режима подземных вод в результате строительного освоения (по трассе или площадке).

Глубина изучения толщи просадочных грунтов по трассе автомобильной дороги и сооружениям зависит от категории дороги, а также от уровня ответственности сооружения, но в любом случае должна быть на 1–2 м ниже сжимаемой толщи.

Выработки, как правило, проходят «в сухую», с проходкой всей толщи просадочных грунтов. Часть выработок должны составлять шурфы (дудки) для отбора монолитов просадочных грунтов. Количество монолитов на один выделенный инженерно-геологический элемент (ИГЭ) должно быть не менее шести. Монолиты и образцы нарушенного сложения следует отбирать с интервалом от 1,5 до 2,0 м по всей глубине выработки.

В состав комплекса лабораторных исследований для просадочных грунтов рекомендуется включать определения:

- относительной деформации просадочности от собственного веса грунта и при различном давлении;
- начального просадочного давления;
- начальной просадочной влажности;
- модуля деформации грунтов в природном и водонасыщенном состоянии;
- удельного сцепления и угла внутреннего трения в природном и водонасыщенном состоянии;
- физических свойств грунтов;
- гранулометрического и микроагрегатного состава;
- коэффициента фильтрации просадочных грунтов в зоне аэрации.

В состав комплекса полевых методов включают испытания штампами или прессиометрами, статическое зондирование, опытно-фильтрационные работы.

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

Опытное замачивание котлованов необходимо, как правило, для II типа грунтовых условий для сооружений I и II уровней ответственности.

Стационарные наблюдения следует проводить на участках развития современных процессов, связанных с просадкой грунтов, если есть основание предполагать, что они могут создать угрозу для устойчивости объектов строительства.

В инженерно-геологическом отчете дополнительно к требованиям 6.7.11 [2] должны быть приведены:

- графики изменения по глубине значений относительной деформации просадочности;
- графики возможной величины просадки в зависимости от мощности просадочной толщи с выделением участков с различной величиной просадки;
- листы обработки результатов испытаний грунтов штампами (если таковые выполнялись);
- листы обработки результатов замачивания просадочных грунтов в опытном котловане (если оно проводилось);
- другие материалы обработки результатов изысканий, отражающие специфические особенности и свойства просадочных грунтов.

3.4.4. Инженерно-геологические изыскания для разработки строительного проекта в районах распространения просадочных грунтов

При инженерно-геологических изысканиях для строительного проекта необходимо дополнительно установить:

- тип грунтовых условий по просадочности на участке проектируемых сооружений (участков, трасс, подходов к мостам, площадок дорожного сервиса);
- мощность просадочной толщи, возможную просадку грунта от собственного веса и при различных нагрузках;
- нормативные значения относительной просадочности;
- нормативные и расчетные значения прочностных и деформационных характеристик грунтов природной влажности и в водонасыщенном состоянии для каждого инженерно-геологического элемента;
- колебание границы водонасыщенных грунтов, наличие временных скоплений подземных вод в толще просадочных грунтов, места и глубину их возможного появления;
- проявления просадочных процессов на конкретных участках.

Горные выработки необходимо размещать в соответствии с приложениями Г, Д [2] и программой работ. Глубину горных выработок необходимо устанавливать в соответствии с СНБ 1.02.01 (4.2.16 – 4.2.17) в зависимости от типа грунтовых условий, а также уровня ответственности сооружений, при этом выработки следует проходить на всю мощность просадочных грунтов.

Опробование просадочных грунтов (отбор образцов и монолитов) для определения их свойств в лабораторных условиях следует осуществлять применительно к выделенным инженерно-геологическим элементам, но не менее чем через 1 м по глубине. Опробование производится в зоне, где суммарное давление от собственного веса грунта и дополнительной нагрузки от сооружений превышает начальное просадочное давление, и с интервалом 2 м ниже этой зоны.

На участках трасс линейных сооружений опробованию подлежит 50 % выработок, но не менее двух выработок на каждое сооружение. При значительной неоднородности литологического состава и свойств грунтов опробование рекомендуется осуществлять во всех выработках. При этом на каждый выделенный инженерно-геологический элемент, с учетом изысканий на предыдущих стадиях, должно быть выполнено не менее шести частных определений.

Состав и методы определений характеристик просадочных грунтов при лабораторных и полевых исследованиях следует устанавливать в зависимости от повышения природной влажности просадочных грунтов, от методов устранения просадочных свойств, типа грунтовых условий и уровня ответственности сооружений.

При втором типе грунтовых условий по просадочности, где предусматривается замачивание территорий до строительства, следует проводить опытное замачивание котлованов и испытания их штампом, пенетрационным каротажем, прессиометром или вращательным срезом.

В отчете по инженерно-геологическим изысканиям следует дополнительно приводить, с учетом результатов изысканий на предшествующем этапе и требований 6.7.12 [2], следующие материалы и данные:

– 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 грунтов по участкам трасс или сооружений, основания которых проектируют с устранением просадочных свойств грунтов;

– оценку возможности изменения режима подземных вод в процессе эксплуатации проектируемых автодорог или сооружений;

– рекомендации по учету при проектировании основных особенностей исследованных просадочных грунтов.

При изысканиях в период строительства необходимо контролировать уплотнение и закрепление просадочных грунтов, определять природную и оптимальную влажность, степень влажности, плотность и максимальную плотность, начальное просадочное давление, прочностные и деформационные характеристики грунтов.

3.5. Набухающие грунты

3.5.1 К набухающим грунтам относятся пылевато-глинистые грунты, которые при замачивании увеличиваются в объеме и имеют относительную деформацию набухания без нагрузки $\epsilon_{sw} \geq 0,04$ долей единицы и подразделяются по относительному набуханию без нагрузки на:

- ненабухающие – $\epsilon_{sw} < 0,04$;
- слабонабухающие – $0,04 \leq \epsilon_{sw} \leq 0,08$;
- средненабухающие – $0,08 < \epsilon_{sw} \leq 0,12$;
- сильнонабухающие – $\epsilon_{sw} > 0,12$.

Набухающие грунты при высыхании дают усадку, величина которой зависит от факторов, влияющих на набухание, и возрастает с увеличением склонности грунта к набуханию. При проведении инженерно-геологических изысканий в районах распространения набухающих грунтов необходимо устанавливать:

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

- мощность набухающих грунтов и ее изменение по площади;
- наличие внешних признаков набухания (усадки) грунтов (сеть трещин, наличие суффозионных выносов, вспучивание);
- минеральный, гранулометрический и химический состав грунта;
- особенности текстуры и структуры грунтов (слоистость, трещиноватость);
- специфические характеристики набухающих грунтов (относительную деформацию набухания (свободного и под нагрузкой), влажность грунта после набухания, давление набухания, линейную и объемную усадку грунта, влажность на пределе усадки) и изменение этих характеристик по простиранию и глубине, а также после взаимодействия с растворами;

- деформационные и прочностные характеристики грунтов при полном водонасыщении и природной влажности;
- наличие и характер деформаций сооружений, обусловленных набуханием или усадкой;
- оценку изменения свойств набухающих грунтов при строительстве и эксплуатации сооружений;
- мощность зоны трещиноватости;
- рекомендации по учету основных особенностей набухающих грунтов при освоении территории и проектировании сооружений.

3.5.2. Инженерно-геологические изыскания для разработки обоснования инвестирования в районах распространения набухающих грунтов

Здесь следует установить:

- распространение и условия залегания набухающих грунтов, их приуроченность к определенным формам рельефа;
- наличие проявлений набухания;
- геологическое строение и характерные особенности грунтов;
- опыт строительства сооружений на набухающих грунтах.

Осуществляют это на основе сбора, анализа и обобщения материалов изысканий прошлых лет и использования других фондовых сведений об инженерно-геологических и гидрогеологических условиях исследуемого района строительства.

При недостаточности этих сведений или их отсутствии выполняют рекогносцировочное обследование. Границы и глубину обследования устанавливают для линейных сооружений в программе изысканий.

Для характеристики геолого-литологического строения и особенностей набухающих грунтов необходимо фиксировать признаки набухания грунтов, которые проявляются в виде сети трещин на поверхности естественных обнажений и искусственных выемок (стенки котлованов, откосы, вслушивание дна котлованов и др.).

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 подтверждены опытным путем.

В отчете по инженерно-геологическим изысканиям необходимо приводить данные в соответствии с 6.7.14 [2] и выдавать рекомендации по проведению дальнейших изысканий.

3.5.3. Изыскания для разработки архитектурного и строительного проектов в зоне распространения набухающих грунтов

При инженерно-геологических изысканиях для разработки архитектурного проекта в зоне распространения набухающих грунтов необходимо установить:

- условия распространения, залегания, приуроченность к определенным геоморфологическим элементам;
- строение толщ набухающих грунтов;
- структурно-текстурные особенности набухающих грунтов, а также подстилающих и перекрывающих грунтов;
- величину раскрытия и направление усадочных трещин;
- состав, состояние и свойства грунтов (по выделенным ИГЭ), в том числе и специфические характеристики набухающих грунтов (относительное свободное набухание, влажность грунта после набухания, давление набухания, относительное набухание под нагрузкой, линейную и объемную усадку грунта);
- нормативные и расчетные значения характеристик прочностных и деформационных свойств набухающих грунтов при природной влажности и в водонасыщенном состоянии.

Глубину выработок и расстояние между ними по оси трассы и поперечникам, а также под отдельные сооружения необходимо устанавливать в соответствии с программой работ и по приложениям В и Г [2].

Опробование необходимо вести таким образом, чтобы было обеспечено определение необходимых нормативных и расчетных характеристик по инженерно-геологическим элементам не менее чем по шести определениям. При этом в лабораторных условиях должны быть определены:

- относительная деформация набухания при заданных значениях давления, в том числе усадки;
- давление набухания;
- влажность набухания (усадка);
- деформационные и прочностные характеристики грунтов при природной влажности и в водонасыщенном состоянии.

При испытании набухающих грунтов штампами в полевых условиях должны быть определены значения относительной деформации набухания при различных значениях давления и модуль деформации грунтов при природной влажности и в водонасыщенном состоянии. Количество штампов на один инженерно-геологический элемент должно быть не менее двух.

В отчете по инженерно-геологическим изысканиям в зоне распространения набухающих грунтов должны быть приведены результаты исследований.

К отчету прилагают графики значений относительной деформации набухания грунтов при различных заданных значениях давления и листы обработки результатов замачивания в опытном котловане.

При инженерно-геологических изысканиях для разработки строительного проекта в зоне распространения набухающих грунтов дополнительно к изысканиям для разработки архитектурного проекта производят уточнение характеристик грунтов и инженерно-геологических условий.

Горные выработки необходимо размещать по оси трассы и на поперечниках по приложению Г, под отдельные здания и сооружения – по осям.

Бурение скважин должно обеспечивать проходку толщи набухающих грунтов в пределах сжимаемой зоны.

Опробование набухающих грунтов (отбор монолитов и проб грунтов) следует производить из горных выработок в количестве, достаточном для определения характеристик грунтов для каждого выделенного инженерно-геологического элемента (с учетом определений на предыдущих стадиях).

В отчете по инженерно-геологическим изысканиям следует приводить данные и материалы (с учетом результатов изысканий на предшествующих этапах), аналогичные указанным в 6.7.16 [2], применительно к трассе автомобильной дороги или сооружениям.

3.6. Изыскания в районах развития опасных геологических процессов

3.6.1. Склоновые процессы

К опасным геологическим процессам (в том числе и инженерно-геологическим, связанным с деятельностью человека) следует относить: склоновые процессы (оползни, обвалы, осыпи), а также карст и разрушение берегов водохранилищ, озер и рек.

К наиболее распространенным опасным склоновым процессам следует относить оползни, обвалы и осыпи.

Под оползнями понимают движение (скольжение, вязкопластичное течение) масс породы на склоне, происходящее без потери контакта между смещающейся массой и подстилающим неподвижным массивом.

Под обвалами и осыпями понимают обрушение (опрокидывание, падение, качение) масс горных пород на склоне в результате их отрыва от коренного массива.

Для оценки устойчивости склонов инженерно-геологические изыскания необходимо проводить на всей площади опасного (или потенциально опасного) склона и прилегающих к его верхней бровке и подошве зон, а для береговых склонов – с обязательным охватом их подводных частей.

При выполнении инженерно-геологических изысканий в районе развития склоновых процессов необходимо установить:

- типы склоновых процессов по механизму смещения пород: оползни сдвига (скольжения), выдавливания, вязкопластичного течения, всплывания, внезапного разжижения, сложного (комбинированного) механизма в сочетании с оползнями, обвального характера;

- характеристику пород основного деформируемого горизонта и характер проявления склоновых процессов;

- историю формирования, возраст и генезис склонов, их морфологических элементов, размеры, углы наклона таких элементов;

- условия развития в массиве поверхностей и зон ослабления, физико-механические характеристики грунтов в этих зонах;

- условия поверхностного стока и инфильтрации атмосферных осадков;

- влияние подземных вод на развитие склоновых процессов;

- условия залегания, виды и разновидности грунтов, слагающих оползнеопасные и обвально-осыпеопасные склоны, их текстурно-структурные особенности, с оценкой их влияния на развитие склоновых процессов;

- наличие других видов современных геологических процессов (выветривание, эрозия, абразия) и определение степени их влияния на устойчивость склонов;
- для солифлюкционных склонов – особенности залегания, состав, состояние и свойства пылевато-глинистых грунтов с динамикой влажности;
- размеры смещений по площади, глубину захвата склона, базис смещений, возраст оползневых и солифлюкционных накоплений;
- положительный и отрицательный опыт инженерной защиты в подобных инженерно-геологических условиях.

3.6.2. Изыскания для обоснования инвестиций в районах развития склоновых процессов

При инженерно-геологических изысканиях для обоснования инвестиций в районах развития склоновых процессов необходимо устанавливать:

- наличие, площадное распространение склоновых процессов, интенсивность и глубину их развития, в зависимости от особенностей геологического строения и морфологии склонов;
- причины, факторы и условия возникновения или активизации склоновых процессов;
- режим подземных и поверхностных вод;
- возможность нарушения устойчивости склонов при строительном освоении территории (площадки);
- типы и подтипы оползневых и обвальных смещений;
- основные направления инженерной защиты от опасных склоновых процессов с учетом освоения территории, а также рекомендации по выполнению изысканий на последующих стадиях.

При определяющем влиянии склоновых процессов на проектирование трасс, мостов и других сооружений допускается, по согласованию с заказчиком, выполнять инженерно-геологические изыскания по нормам архитектурного проекта.

Для оценки устойчивости склонов с учетом прогнозируемых изменений следует принимать метод аналогии как основной метод. В качестве аналога следует использовать другие объекты, сходные по инженерно-геологическим условиям и техногенным факторам строительства.

В отчете по инженерно-геологическим изысканиям должны быть охарактеризованы региональные закономерности распространения склоновых процессов и их связь с различными стратиграфическими и литологическими комплексами четвертичных отложений, гидрогеологическими условиями, другими геологическими явлениями и техногенными факторами.

3.6.3. Изыскания для разработки архитектурного проекта в районах развития склоновых процессов

При инженерно-геологических изысканиях для разработки архитектурного проекта в районах развития склоновых процессов необходимо устанавливать количественную характеристику факторов, определяющих устойчивость склонов, включая очертания поверхности, и скорость смещения масс. Оценивать ус-

тойчивость склонов в пространстве и во времени в природных условиях, а также в процессе строительства и эксплуатации объекта; приводить рекомендации по инженерной защите объекта строительства.

Глубину изучения толщи грунтов на склонах необходимо назначать исходя из необходимости проходки частью выработок всей мощности зоны захвата склоновыми процессами с заглублением на 3–5 м ниже зоны их активного развития. Выработки располагают по продольным уклонам и поперечным створам по всей площади оползневого склона в пределах проектируемого сооружения (моста) или трассы.

Рекомендуемое количество створов для небольших оползней – от двух до четырех и для крупных оползней – от четырех до восьми. Расстояние между створами – от 50 до 100 м, в зависимости от размера оползней.

Количество выработок на створах и расстояние между ними следует устанавливать в программе работ исходя из необходимости определения границ оползней, осыпных и обвально-оползневых накоплений. Выработки по створам следует располагать и за пределами оползня (выше бровки и ниже языка оползня) – одну-две выработки на устойчивых частях склонов.

Геофизические исследования (электроразведку, электропрофилирование, сейсмоку) следует выполнять по продольным створам, а при необходимости – и по поперечникам.

Гидрогеологические исследования необходимо выполнять с целью определения:

- источников обводнения склонов;
- направления и скорости движения подземных вод;
- степени водопроницаемости пород;
- гидрогеологических параметров, а также с целью обоснования возможностей устройства дренажей.

Для лабораторного определения состава, состояния и свойств грунтов необходимо опробовать все литологические слои. При этом количество проб грунта (монолитов и нарушенной структуры) из каждого слоя, имеющего определяющее значение для оценки устойчивости склона, должно быть не менее 10, для остальных слоев – не менее шести.

Полевые исследования грунтов необходимо выполнять для определения условий залегания, мощности и распространения в плане и по глубине ослабленных зон в толще склоновых отложений.

Вращательные и поступательные срезы в скважинах выполняют для оценки прогнозных свойств разновидностей слабых грунтов, имеющих определяющее значение в оползневом процессе.

При исследовании сложных оползней следует применять сочетания различных методов определения сопротивления грунтов сдвигу в зависимости от состояния грунтов, вида напряженного состояния грунтов в изучаемой толще и характера их деформаций.

Стационарные наблюдения за оползневыми процессами, в том числе проведение съемки, следует осуществлять на характерных участках склона, на котором намечается образование оползня.

В отчете по инженерно-геологическим изысканиям в районе развития склоновых процессов должны быть приведены, с учетом требований 6.8.1 [2], дополнительные данные:

- районирование территории с характеристикой нормативных и расчетных физико-механических характеристик грунтов по выделенным инженерно-геологическим элементам, в том числе за пределами оползневого склона, с учетом ожидаемых изменений этих характеристик при активизации оползневой деятельности;

- положение зон ослабления в массиве оползневого склона (трещины различного происхождения, старые и свежие поверхности оползневых смещений, контакты слоев и т. п.);

- распространение водоносных горизонтов и обводненных зон в массиве пород, величину напоров подземных вод;

- наличие и состояние инженерных сооружений (в том числе противооползневых), включая водопроводную и канализационную сети;

- рекомендации для выбора противооползневых и противообвальных мероприятий по результатам изысканий.

В отчете должны быть приведены данные и результаты расчета устойчивости склонов и откосов, прогноз развития оползневых процессов, рекомендации для разработки проекта противооползневых и противообвальных мероприятий.

3.6.4. Изыскания для строительного проекта в районах развития склоновых процессов

При инженерно-геологических изысканиях для строительного проекта необходимо дополнительно выполнять:

- уточнение оползневой и обвальной обстановки на участках прохождения трассой автодороги и отдельных сооружений с детальностью, обеспечивающей расчеты и оценку устойчивости склона;

- получение дополнительных данных, необходимых для разработки строительного проекта противооползневых мероприятий;

- продолжение стационарных наблюдений за оползневыми и обвальными процессами, при необходимости – организация дополнительной наблюдательной сети.

Состав и объем работ необходимо обосновать в программе изысканий с учетом получения дополнительных данных для расчета фундаментов отдельных сооружений.

Отбор проб грунта и схема лабораторных определений должны устанавливаться с учетом расположения и характера подготовки основания (срезки, подсыпки, уклонов поверхности, наличия динамических нагрузок).

В отчете по инженерно-геологическим изысканиям для данной стадии необходимо дополнительно привести характеристику динамики склоновых процессов за прошедший период с учетом стационарных наблюдений, а также рекомендации по производству строительных работ.

3.7. Карстовые процессы

Под карстом следует понимать совокупность геологических процессов и явлений, вызванных частичным растворением подземными или поверхностными водами горных пород и проявляющихся в образовании в них пустот, нарушении структуры и изменении свойств.

Карсты образуются на территориях, сложенных водорастворимыми горными породами (известняки, доломиты, мел, каменная соль, гипс). Встречаются подземные и поверхностные проявления карста.

К карстовым деформациям земной поверхности следует относить провалы, локальные и общие оседания территории, а также растворение поверхности карстующихся пород.

При выполнении инженерно-геологических изысканий в районах развития карста необходимо дополнительно установить геологические, гидрогеологические и геоморфологические условия его развития:

- распространение, характер и интенсивность проявлений карстовых деформаций;
- историю и закономерность развития карста, включая прогноз на период строительства и эксплуатации объектов, возможности его активизации под воздействием техногенных факторов;
- оценку устойчивости территории относительно карстовых проседаний и возможных провалов;
- особенности физико-механических свойств грунтов и гидрогеологических условий, связанных с карстом, а также выработать конкретные рекомендации для подготовки мероприятий по противокарстовой защите.

3.7.1. Изыскания для обоснования инвестирования в строительство объектов в районах развития карста

Инженерно-геологические изыскания на стадии обоснования инвестирования в строительство объектов в районах развития карста выполняют с целью установления:

- распространения, состава, состояния и условий залегания карстующихся пород;
- типа карста;
- структурно-тектонических, гидрогеологических и геоморфологических условий развития карста;
- проявлений карста на дневной поверхности (провалы, воронки, оседания, поверхности и др.);
- подземных проявлений карста;
- границ участков карста.

По результатам изысканий производят предварительную оценку условий развития карста и степени опасности этого образования для строительства.

Полевые работы в районах развития карста планируют на основе сбора и обобщения материалов изысканий и исследований прошлых лет с использованием картографического материала.

Для изучения геологических условий развития карста, погребенного карстового рельефа, выявления и оконтуривания зон повышенной опасности, определения глубины расположения этих зон применяют наземные геофизические методы (сейсмо- и электропрофилирование и вертикальное электрическое зондирование).

Для выявления полостей и разуплотненных зон в песчаных и глинистых отложениях, перекрывающих карстующиеся породы, рекомендуется использовать динамическое и статическое зондирование по ГОСТ 19912.

Бурение скважин для изучения карста на стадии «обоснование инвестирования в строительство объектов» допускается в объеме как для архитектурного проекта, количество скважин по трассе ориентировочно, с расстоянием между ними и по поперечникам от 200 до 350 м устанавливаются как для специфических грунтов.

Отбор проб пород для лабораторных испытаний необходимо производить из всех разновидностей карстующихся пород, из заполнителя карстовых пустот и из перекрывающих пород. Пробы воды следует отбирать из всех встретившихся при проходке скважин горизонтов подземных вод, поверхностных водотоков и водоемов, других водопроявлений для определения их химического состава.

При выполнении изысканий на данной стадии должна быть обоснована необходимость проведения стационарных наблюдений, разработаны предложения по организации режимной сети.

По результатам изысканий должны быть установлены основные закономерности и тенденции развития карстового процесса, выполнено предварительное районирование подземной и поверхностной закарстованности и устойчивости территории относительно карстопроявлений.

Состав и содержание отчета по инженерно-геологическим изысканиям в районах распространения карстовых процессов должны соответствовать требованиям [1].

3.7.2. Изыскания для разработки архитектурного проекта в районах развития карстовых процессов

При инженерно-геологических изысканиях в районе распространения карста на стадии разработки архитектурного проекта необходимо установить:

– распространение, условия залегания, литологический, петрографический и минералогический состав карстующихся пород, их трещиноватость и степень закарстованности, тип карста, структурно-тектонические условия, рельеф кровли карстующихся пород, состав и условия залегания покровных и подстилающих пород, наличие древних долин;

– гидрогеологические условия (в том числе химический состав, температуру и режим подземных вод, условия их питания, движения и разгрузки, взаимосвязь водоносных горизонтов с поверхностными водами, растворяющую способность подземных вод к карстующим породам, их проницаемость и интенсивность водообмена);

– проявление карста под землей – разнообразные полости, трещины, каверны, их пространственную локализацию, распространение зон разуплотнения и

нарушенного залегания пород, степень заполнения и состав заполнителя карстовых полостей и другие проявления;

- проявления карста на земной поверхности – воронки, впадины, провалы и оседания дневной поверхности;

- очаги поглощения поверхностных вод, характер деформаций зданий и сооружений;

- влияние техногенных факторов на развитие подземных и поверхностных карстовых процессов;

- опыт строительства и эксплуатации зданий и сооружений и применения противокарстовых мероприятий.

Маршрутные карстологические обследования должны включать:

- выявление всех наземных карстовых форм, оседаний и провалов поверхностей, трещин в грунте или покрытиях, которые могут указывать на наличие подземного карста;

- обследование зданий и сооружений с целью выявления деформаций и установления их причин;

- выявление изменений в процессах карстования по сравнению с предыдущими этапами.

При этом необходимо выполнить описание каждой из карстовых форм, присвоить ей номер, нанести на карту и указать глубину и возраст (молодая, свежая или старая воронка).

Количество точек наблюдений устанавливают в программе работ с необходимой корректировкой в зависимости от закарстованности участка.

Для геофизических исследований необходимо применять методы с учетом опыта их исследований на предыдущем этапе.

Для вертикального электрического зондирования методом двух составляющих рекомендуется принимать расстояние между профилями 100 м, между точками наблюдений на профиле – 25 м; для электропрофилирования – соответственно 50 и 10 м.

Горные выработки необходимо размещать в пределах каждого выделенного геоморфологического элемента. Количество выработок необходимо назначать в программе работ с рекомендуемым расстоянием не менее 100 м.

Глубину скважин назначают исходя из глубины карстопоявлений, их размеров и мощности перекрывающих пород, но не менее чем на 5 м ниже подошвы карстующихся пород.

Полевые методы исследования грунтов (статическое, динамическое, вибрационное зондирование и пенетрационный картаж) следует использовать для решения следующих задач:

- выявление и оконтуривание в толще покрывающих пород ослабленных и разуплотненных зон;

- определение свойств грунтов;

- изучение рельефа кровли карстующихся пород при их залегании на доступной для зондирования глубине.

Гидрогеологические исследования должны быть достаточными для гидрогеологической характеристики покрывающих и карстующихся пород. При изысканиях необходимо установить:

- положение уровней подземных вод;
- горизонтальный и вертикальные градиенты потоков подземных вод;
- гидрогеологические параметры водовмещающих пород;
- химический состав, температуру и агрессивность подземных вод;
- взаимосвязь водоносных горизонтов между собой и с поверхностными водами;
- возможность изменения гидрогеологических условий при строительстве и эксплуатации зданий и сооружений.

Отбор проб грунтов из перекрывающих и карстующихся пород для лабораторных исследований необходимо производить в процессе бурения скважин. Отбор проб воды производят из водоемов, водопроявлений и встреченных при проходке выработок горизонтов подземных вод, при проведении опытно-фильтрационных работ и стационарных наблюдениях за режимом подземных вод.

Объем лабораторных работ устанавливают исходя из необходимости оценки механических и химических свойств всех разностей пород, затронутых карстом, а также химического состава подземных и поверхностных вод и их агрессивности к карстующимся породам.

Оценку поверхностных проявлений карста (воронки, карстовоэрозионные впадины, мульды оседания, карстовые рвы и др.) следует осуществлять с использованием количественных показателей пораженности земной поверхности проявлениями карста: плотности карстовых форм на 1 км^2 , площадного или объемного показателя закарстованности. В инженерно-геологическом отчете по изысканиям в районах распространения карста необходимо изложить требования, приведенные в 3.8.7 [2], а также выдать рекомендации по противокарстовым мероприятиям (планировочные, конструктивные, водорегуляционные, противофильтрационные, искусственное закрепление основания фундаментов, технологические и эксплуатационные мероприятия).

К отчету следует прилагать:

- каталоги проявления и распространения карста на земной поверхности и под землей;
- карты проявления карста на земной поверхности и под землей;
- результаты определения расчетных параметров для проектирования противокарстовой защиты.

3.7.3. Изыскания для разработки строительного проекта в районах развития карстовых процессов

При инженерно-геологических изысканиях в районах распространения карста на стадии разработки строительного проекта осуществляют уточнение и детализацию степени закарстованности, условий развития карста, возможности техногенной активизации процесса. Для этого дополнительно выполняют комплекс геофизических, буровых, полевых и лабораторных исследований грунтов

в пределах и контурах отдельных зданий и сооружений. Количество выработок в контуре здания или сооружения зависит от его уровня ответственности и габаритов, а также от условий, характера и степени закарстованности территории. Расстояние между выработками изменяется в пределах от 20 до 100 м.

Для выявления ослабленных и разуплотненных зон в песчано-глинистых грунтах покрывающих пород рекомендуется проводить пенетрационно-каротажные исследования, а в скважинах, вскрывших карстующиеся породы, выполнять различные виды каротажа.

Отчет по инженерно-геологическим изысканиям на стадии «разработка строительного проекта» должен быть составлен с детальностью, соответствующей этапу работ, и должен содержать информацию, достаточную для принятия проектных решений и разработки противокарстовых мероприятий. Оценку устойчивости площадки производят по данным бурения, геофизических, лабораторных и полевых методов исследования грунтов, а также стационарных наблюдений, с учетом расчетного срока службы сооружений, возможности развития геологических процессов, воздействия техногенных факторов на активизацию карста.

3.8. Переработка берегов водоемов и водотоков

При изучении процессов переработки берегов водоемов и водотоков инженерно-геологические изыскания должны выполняться в комплексе с инженерно-гидрометеорологическими.

Под переработкой берегов следует понимать результат совокупного воздействия гидрометеорологических, геологических и инженерно-геологических процессов (абразия, эрозия, оползни, карст, суффозия, образование и перемещение береговых отмелей и пересыпей и т. п.), приводящих к деформированию береговых склонов и прибрежных территорий.

Изыскания в районах развития процессов переработки берегов выполняют для получения данных, необходимых для:

- проектирования инженерной защиты эксплуатируемых на побережье объектов;
- реконструкции существующих берегоукрепительных объектов;
- прогноза развития процессов переработки берегов.

Водохранилища и водоемы подразделяют на равнинные и горные. Равнинные водохранилища характеризуются большой площадью водного зеркала, малыми глубинами, небольшой амплитудой колебания уровня воды и преимущественно невысокими берегами, сложенными рыхлыми четвертичными или более древними осадочными породами.

При инженерно-геологических изысканиях для обоснования инвестирования необходимо использовать материалы фондовых изысканий и исследований прошлых лет по переработке берегов и эффективности инженерной защиты.

Инженерно-геологические изыскания на площадках проектируемых трасс и сооружений проводят в пределах зоны возможных деформаций в границах, установленных программой работ вдоль берегов в обе стороны, с захватом на реках, как правило, двух излучин – вверх и вниз по течению.

В процессе инженерно-геологических изысканий должны быть решены следующие задачи:

- составление прогноза развития процессов переработки берегов на предусмотренный срок;
- оценка масштабов, интенсивности, степени опасности переработки берегов и сопутствующих процессов для существующих объектов и планируемого строительства;
- обеспечение данными для решения вопроса о необходимости применения берегозащитных сооружений и мероприятий;
- получение материалов, необходимых для технико-экономического сопоставления возможных проектных решений.

При маршрутных наблюдениях необходимо обследовать берега с выявлением мест активного размыва, разрушения и установлением их причин, а также обследовать берегозащитные сооружения. При обосновании в программе работ допускается выполнять проходку горных выработок и геофизические исследования.

Шурфы (скважины), а также геофизические профили следует размещать по створам, перпендикулярным к береговой линии.

Количество и глубину выработок обосновывают в программе работ в зависимости от сложности инженерно-геологических условий.

В отчете об инженерно-геологических изысканиях в районах переработки берегов на стадии «обоснование инвестиций в строительство объектов» необходимо установить:

- основные регионально-геологические и зонально-климатические факторы и условия развития процессов переработки берегов исследуемого региона;
- основные берегоформирующие процессы на территории проектируемого строительства и на прилегающем побережье;
- оценку интенсивности переработки берегов при существующих условиях, а также в процессе планируемого строительства и эксплуатации объекта;
- эффективность реализованных мероприятий инженерной защиты на участках изысканий и участках-аналогах;
- предварительные рекомендации для планирования инженерной защиты берегов.

Стационарные наблюдения за переработкой берегов водоемов и водохранилищ проводят на площадках проектируемого строительства, начиная со стадии «обоснование инвестирования в строительство объектов», и продолжают на всех последующих стадиях, а при необходимости – в период строительства и эксплуатации объектов.

3.8.1. Инженерно-геологические изыскания для разработки архитектурного и строительного проектов в районах развития процессов переработки водоемов и водохранилищ

Инженерно-геологические изыскания для разработки архитектурного проекта в районах развития процессов переработки водоемов и водохранилищ необходимо выполнять с целью уточнения:

- данных о геологическом строении берегов;
- форм и интенсивности развития геологических процессов;
- физико-механических характеристик грунтов в пределах береговой зоны (подводной и надводной) водоема или водохранилища.

Визуальные наблюдения следует сочетать с проходкой горных выработок, которая включает проходку буровых скважин, шурфов, расчисток на береговых склонах.

Горные выработки задают по створам перпендикулярно к береговой линии. Они должны обеспечить составление геолого-литологических разрезов до глубин, отвечающих принятым расчетным схемам переработки берегов водохранилищ и водоемов (от 5 до 10 м) ниже уреза воды в водохранилище.

При инженерно-геологических изысканиях необходимо дополнительно установить:

- регионально-геологические и зонально-климатические факторы и условия развития процессов переработки берегов водоемов и водохранилищ исследуемого региона;

- основные берегоформирующие процессы на выбранных площадках или трассах линейных сооружений;

- количественную характеристику факторов переработки берегов;

- прогноз переработки берегов (в пространстве и во времени) при существующих условиях и в процессе строительства и эксплуатации сооружения;

- рекомендации для принятия решений по инженерной защите переработки берегов;

- эффективность реализованных мероприятий по инженерной защите берегов на участке изысканий.

При выполнении изысканий на данной стадии необходимо обследовать существующие берегоукрепительные сооружения.

Отчет по инженерно-геологическим изысканиям на стадии «разработка архитектурного проекта» должен содержать уточненные данные прогноза переработки берегов водоемов и водохранилищ.

При изысканиях для разработки на стадии «строительный проект» в районах переработки берегов водоемов и водохранилищ необходимо уточнить и отразить в отчете количественную оценку параметров процесса переработки берегов водоемов и водохранилищ, необходимых для принятия окончательных проектных решений по инженерной защите и расчетам оснований сооружений.

Подлежат уточнению и детализации следующие вопросы:

- оценка точности прогноза величины переработки берегов за определенный промежуток времени;

- оценка точности формирования береговой отмели;

- необходимость ремонта или восстановления берегозащитных сооружений;

- физико-механические характеристики грунтов, которые будут являться основанием вновь проектируемых сооружений;

- оценка активизации других опасных процессов (оползней, осыпей).

ГЛАВА 4. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗЫСКАНИЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ И СТРОИТЕЛЬСТВЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

4.1. Общие требования

Данные исследования для дорожного строительства выполняются в два этапа:

- 1) предварительный этап, когда ИГИ проводятся для обоснования проектного задания;
- 2) основной этап, когда проводятся детальные ИГИ для геологического обоснования рабочего проекта.

Перед изысканиями для обоснования проектного задания производится сбор и обобщение литературных и архивных данных, а также технические изыскания, проводимые проектировщиком. При этом техническое задание на ИГИ и необходимые топографические документы и материалы выдаются геологической разведывательной организации. В задании дается предварительная оценка намеченных вариантов и указаны участки, требующие подробного описания ИГ условий. К техническому заданию прилагаются топографические карты и поперечники или аэрофотоснимки.

На основании технического задания составляется программа работ, в которой особое внимание должно быть уделено изучению участков исследований:

- где строительство и эксплуатация дороги и транспортных сооружений могут быть осложнены ИГ аномалиями;
- на которых намечено строительство ответственных или сложных сооружений;
- где будет производиться строительство выемок и насыпей высотой более 12 м или участков тоннелей или мостовых переходов;
- развития физико-геологических явлений (карста, лавин, оползней эрозии и др.).

Программа работ должна быть составлена с таким расчетом, чтобы в результате ИГИ были получены данные, необходимые для размещения на всех конкурирующих вариантах трасс - выбора наилучшего варианта и составления программы дальнейших исследований для утвержденного варианта трассы дороги.

На стоимость строительства того или иного варианта трассы в основном оказывают влияние:

- объемы земляных работ;
- количество и типы дорожных сооружений;
- наличие по близости месторождения строительных материалов.

Поэтому при ИГИ особое значение имеет изучение геоморфологии и разведка месторождений строительных материалов.

При изысканиях для обоснования проектного задания производится ИГ съемка. Ширина ее полос и расстояние между ними зависит от сложности ИГ условий того или иного участка и может определяться по таблице 5.1. При про-

стых условиях она принимается 300-500 м. На сложных участках (косогоров, болот, водоемом и др.) ширина полосы до 1000 м и более.

Масштабы ИГ съемок при предварительных изысканиях принимаются:

- для вариант трассы дороги – 1:50000 – 1:25000;
- для выбранного варианта трассы на участках типового проектирования – 1:10000;
- участки индивидуального проектирования трассы или со сложными ИГ условиями – 1:5000 – 1:2000.

4.2. Особенности ИГИ при строительстве дорог

При ИГИ наземная ИГ съемка должна сопровождаться аэрогеологическими исследованиями, включающими как аэросъемку, так и аэровизуальные обследования местности. Особенно эффективным является применение аэрогеологических исследований при линейных изысканиях территорий с расчлененным рельефом и хорошей обнаженностью. В районах со слабой обнаженностью применяются геофизические методы, особенно эффективна электроразведка. ИГ съемка и геофизические методы сопровождаются разведочными работами. При дорожных изысканиях проходятся неглубокие скважины (до 5-8 м) и шурфы.

Таблица 5.1 – Расстояния между выработками

Сооружение	Стадия изысканий для				Глубина выработки м
	Предпроектной документации		Проекта		
	Ширина полосы, м	Расстояние между выработками	Ширина полосы, м	Расстояние между выработками	
Автомобильная дорога.	400	300	300	150	На 2-3 метра ниже глубины промерзания грунта
Магистральный трубопровод.	500	300	200	150	
Эстакада для надземн. коммуникаций	200	200	100	100	3-7
Подземные коммуникации	200	300	100	100	На 1-2 м ниже глубины промерзания

Однако на участках мостовых переходов, глубоких выемок и косогоров может возникнуть необходимость в проходке шахт и глубоких скважин.

Разведочные работы проводятся на участках индивидуального проектирования земляного полотна, размещения транспортных сооружений и на месторождениях строительных материалов. На участках развития слабых грунтов и на болотах выработки закладываются по оси трассы на расстоянии 200-250 м, а на поперечниках к трассе 100-200 м. Там, где мощность слабых грунтов превышает 2 м, закладываются шурфы и ведется послойное исследование слабого про-

слоя. В местах развития оползней и на косогорах разведочные поперечники задаются через 300-500 м. На участках мостовых переходов и тоннелей глубина выработок, в зависимости от типа сооружения и ИГ условий увеличивается до 25-50 м.

При изысканиях на участках с простыми ИГ условиями около 25% всех разведочных выработок опробуется. Образцы отправляются на лабораторные исследования для определения:

- плотности;
- влажности;
- предела пластичности;
- угла естественного откоса;
- гранулометрического состава.

4.3. Лабораторные методы испытания грунтов

Виды лабораторных исследований грунтов и горных пород при инженерно-геологических изысканиях для автомобильных дорог мостов и транспортных сооружений приведены в п. 1.3.10 (глава 1).

4.3.1. Определение плотности грунтов

Плотность является одним из параметров, характеризующих структурно-текстурные свойства грунтов. Плотность грунта в естественном состоянии зависит от минералогического состава, пористости и влажности. При полном заполнении пор водой грунт будет иметь максимальную плотность. Пределы изменения плотности для большинства видов грунтов от 1,4 до 2,2 г/см³.

При лабораторных исследованиях грунтов определяются три вида плотности: плотность в естественном состоянии, плотность частиц и плотность скелета грунта.

Плотность грунта в естественном состоянии ρ определяется в соответствии с [6] и равна отношению его массы m_m к объему V , т.е.

$$\rho = m_m/V.$$

Плотность грунта определяется из образцов ненарушенной структуры. В зависимости от вида грунта и величины образца для определения плотности могут применяться следующие методы:

1. Режущего кольца.
2. Взвешивания в воде.
3. В цилиндре.

Первые два метода применяются для связных грунтов, третий – для несвязных (сыпучих) грунтов.

Метод режущего кольца применяется для плотных грунтов, позволяющих вырезать пробу без нарушения их структуры. Метод парафинирования (метод взвешивания в воде) применяется для связных грунтов, состояние которых не позволяет вырезать образец грунта режущим кольцом.

При определении плотности грунта первоначально определяют массу режущего кольца вместе с крышками m_t , г; затем определяют объем кольца, V , заполняют кольцо грунтом и взвешивают m_{mt} , г и вычисляют плотность грунта по формуле

$$\rho = \frac{m_{mt} - m_t}{V}.$$

При обработке результатов испытаний плотность вычисляется с точностью $0,01 \text{ г/см}^3$. Для каждого образца грунта количество параллельных определений должно быть не менее трех. Расхождение в результатах параллельных определений испытаний образцов более $0,03 \text{ г/см}^3$ не допускается.

По результатам полученных данных определяем нормативное значение плотности грунта ρ_n по формуле

$$\rho_n = \frac{\sum_{i=1}^n \rho_i}{n},$$

где $n \geq 2$ – количество опытов.

4.3.2. Определение гранулометрического состава песчаных грунтов

Анализ гранулометрического состава грунтов выполняется с целью описания состава и вида грунтов, а также определения процентного содержания их отдельных фракций и неоднородности U , которая определяется по формуле

$$U = d_{95} d_{50}/d_5,$$

где d_{50} , d_{95} , d_5 – диаметры частиц, процентное содержание которых в грунте меньше 95, 50 и 5 %.

От гранулометрического состава зависят такие важные свойства грунтов, как плотность, пористость, сопротивление сдвигу, сжимаемость, водопроницаемость, прочность и др. Наиболее важным из перечисленных свойств является прочность. Так, чем крупнее фракции грунта, тем больше его прочность. Определение гранулометрического состава грунтов необходимо для:

- 1) их классификации;
- 2) оценки их пригодности для использования в качестве насыпей дорог, дамб и плотин;
- 3) оценки возможных явлений суффозии;
- 4) вычисления водопроницаемости по эмпирическим формулам;
- 5) оценки несвязных грунтов как строительного материала и как заполнителя при изготовлении различных марок и классов растворов и бетонов.

Анализ гранулометрического состава грунтов может производиться следующими основными методами:

- 1) ситовый (без промывки водой);
- 2) ареометрический;
- 3) полевым методом Рудковского.

Ситовый метод является основным при определении гранулометрического состава песчаных грунтов и должен выполняться в соответствии с рекомендациями [4]. Данный метод заключается в просеивании пробы воздушно-сухого грунта через сито с диаметрами отверстий 2, 0.5, 0.25, 0.1 мм.

После просеивания содержимое каждого сита высыпать во взвешенные стаканчики или листы бумаги и взвесить частицы грунта с точностью до 0.01 г. Суммарная масса всех фракций пробы грунта не должна отличаться более чем 0.05% массы пробы, взятой для исследования.

Обработка результатов

1. Вычислить содержание каждой фракции A_i по формуле

$$A_i = \frac{m_i}{m_s} * 100\%,$$

где m_i – масса данной фракции,

m_s – масса скелета пробы (масса навески).

2. По результатам анализа подсчитать сумму в процентах по массе частиц крупнее 2, 0.5, 0.25 и 0.1 мм, по которой можно установить, пользуясь таблицей 1.1 приложения 1, наименование грунта по первому удовлетворяющему показателю в таблице сверху вниз. От вида грунта (в зависимости от крупности его частиц) по данным строительных норм и правил [18] можно определить его несущую способность

4.3.3. Определение естественной влажности

Влажность W грунта выражается в процентах или в долях единицы и определяется по формуле

$$w = \frac{m_w}{m_s} 100 \% ,$$

где m_w – масса воды в грунте, г;

m_s – масса сухого грунта, г.

Влажность формирует множество физических, прочностных и деформативных свойств грунтов, особенно для грунтов связных. Наибольшее влияние она оказывает на естественную плотность и их несущую способность грунтов.

Натуральная влажность – это влажность, которая характеризует наличие воды в грунте в природных условиях. Для ее определения необходимо использовать образцы ненарушенной структуры и влажности. Параметр влажности необходим при определении плотности скелета грунта, коэффициента пористости, консистенции и других показателей.

4.3.4. Определение плотности сухого грунта, коэффициента пористости и степени влажности

Плотность сухого грунта (скелета грунта) ρ_d определяется по формуле

$$\rho_d = m_s/V,$$

где V – объем сухого грунта.

Зная влажность, плотность сухого грунта можно вычислить аналитически по уравнению

$$\rho_d = \frac{\rho}{1 + w},$$

где ρ – плотность грунта, г;

w – влажность в долях единицы.

Пористость грунта определяется по формулам:

$$n = 1 - \frac{\rho_d}{\rho_s},$$

где ρ_s – плотность частиц грунта, г/см³;

w – влажность грунта, %.

Коэффициент пористости определяется по формулам:

$$e = \frac{\rho_s}{\rho_d} - 1.$$

Песчаные грунты, в зависимости от коэффициента пористости, разделяют на: плотные, средней плотности и рыхлые (табл. 1.3, приложение 1).

Степень влажности грунта S_r характеризует долю заполнения пор водой и вычисляется по формуле

$$S_r = \frac{w\rho_s}{e\rho_w},$$

где ρ_s – плотность частиц грунта;

ρ_w – плотность воды, г/см³;

w – весовая влажность, в долях единицы.

В таблице 1.4 (приложение 1) приведены виды песчаных грунтов в зависимости от степени влажности. Степень влажности грунтов значительно влияет на их несущую способность. Чем больше степень влажности грунта, тем меньше его несущая способность.

4.3.5. Определение оптимальной влажности и степени уплотнения грунта

При производстве земляных работ, особенно при устройстве насыпей дорог, необходимо, чтобы уплотнение производилось при оптимальной влажности. Если влажность ниже оптимальной влажности, то грунт необходимо увлажнить до оптимального значения.

Показателем степени уплотнения грунта служит величина удельного веса сухого грунта. Пробы грунта различной влажности уплотняются в специальном приборе стандартного уплотнения или в аппарате Проктора. Определяется плотность полученных образцов, а затем вычисляется плотность сухого грунта ρ_d . По полученным значениям строим график зависимости $\rho_d - f(w)$. Влажность, при которой будет максимальное значение плотности скелета грунта ρ_d и будет называться оптимальной.

Для определения оптимальной влажности необходимо:

1) навеска воздушно-сухого грунта, гигроскопическая влажность которого известна ($w_g = 1.8\%$), принимается с таким расчетом, чтобы его абсолютно сухая масса m_d составляла 300 г, тогда:

$$m_g = m_d(1 + 0.01w_g) = 300(1 + 0.018) = 305.4 \text{ г};$$

2) определяется количество воды V_w , которое необходимо добавить к навеске грунта для получения влажностей: 4, 6, 8, 10, 12 и 14 % по формуле

$$V_w = 300(w_i - w_g) 0.01,$$

w_i – заданная влажность;

$$m_{w_i} = m_d(1 + 0.01w_i) = 300(1 + 0.01w_i)$$

$$m_g = m_d(1 + 0.01w_g) = 300(1 + 0.01w_g)$$

По полученным данным строится график зависимости $\rho_d = f(w)$ для влажностей 6, 8, 10, 12, 14 и 16 % (рисунок 4.1)

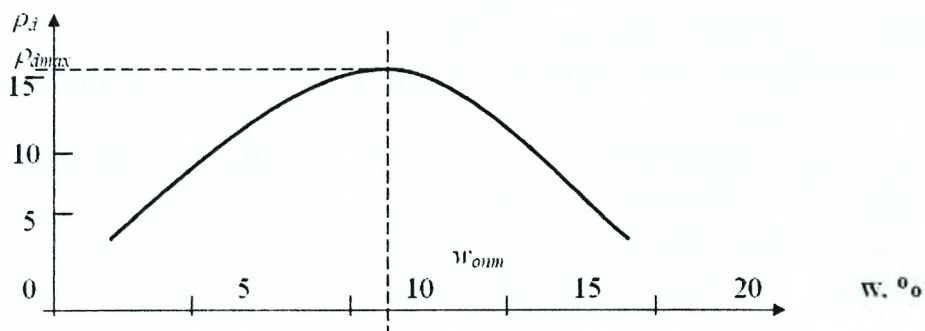


Рисунок 4.1 – Зависимость плотности грунта от влажности при уплотнении

3) по графику (рисунок 4.1) определяется оптимальная влажность грунта w_{opt} , при которой он имеет максимальную плотность $\rho_{d \max}$ (г/см^3).

Степень уплотнения I_s определяется из уравнения

$$I_s = \frac{\rho_d}{\rho_{ds}}$$

Показатель уплотнения I_D определяется по уравнению

$$I_D = \frac{e_{\max} - e}{e_{\max} - e_{\min}},$$

где e_{\max} – максимальный коэффициент пористости;

e_{\min} – минимальный коэффициент пористости;

e – коэффициент пористости в естественном состоянии.

Показатель уплотнения определяется только для сыпучих грунтов. Его величина зависит от гранулометрического состава, пористости, формы частиц, происхождения и др. От величины I_D зависит несущая способность грунта. Так, для рыхлого грунта $I_D = 0$.

4.3.6. Определение состояния связных грунтов.

Основным свойством связных грунтов является их пластичность – это способность при определенной влажности изменять свою форму без разрывов от воздействия внешней нагрузки и сохранять форму, когда нагрузка снимается.

Основные характеристики пластичности связных грунтов:

1. I_p – число пластичности;
2. I_L – показатель текучести;
3. I_k – показатель консистенции.

Число пластичности I_p характеризует связность глинистых грунтов.

Показатели I_L и I_k характеризуют их состояние. В зависимости от I_p связные грунты разделяются на: супеси, суглинки и глины, а от консистенции I_k – на твердые, полутвердые и текучие.

С целью определения состояния, в котором находится данный грунт с определенной влажностью, необходимо иметь следующие данные:

- естественную влажность – W_n ;
- влажность на границе усадки – W_3 ;
- влажность на границе раскатывания – W_p ;
- влажность на границе текучести – W_L .

W_p – это влажность, при которой грунт находится на границе твердого и пластичного состояний.

Влажность, при которой грунт находится на границе пластичного и текучего состояний, называют границей текучести – W_L .

Разность между влажностями на пределе текучести и раскатывания, выражается в процентах или долях единицы, называется числом пластичности

$$I_p = W_L - W_p.$$

По величинам характерных влажностей W_p и W_L и естественной влажности W_n , можно оценить консистенцию грунта, т.е. степень подвижности слагающих грунт частиц при механическом воздействии, характеризуемой величиной показателя текучести – I_L .

$$I_L = \frac{W_n - W_p}{W_L - W_p}.$$

К глинистым грунтам могут относиться лессовые грунты и илы. Лессовые грунты – это макропористые грунты, содержащие карбонаты кальция и способные при замачивании водой давать под нагрузкой посадку, легко размокать и размываться. Ил – водонасыщенный современный осадок водоемов, образовавшийся в результате протекания микробиологических процессов, имеющий большую деформативность, просадочность и размокаемость.

Среди пылевато-глинистых грунтов могут быть грунты, проявляющие такие неблагоприятные свойства при замачивании, как просадочность и набухание.

К посадочным грунтам относятся грунты, которые при замачивании водой дают просадку (осадку), и при этом относительная просадочность $\epsilon_{si} \geq 0.01$.

К набухающим относятся грунты, которые при замачивании водой или химическими растворами увеличиваются в объеме, и при этом относительное набухание без нагрузки $\epsilon_{sw} = 0.04$.

Влажность на границе раскатывания W_p определяется методом раскатывания пробы в жгут $d = 3$ мм, при котором жгут должен растрескаться.

Влажность на границе текучести W_L можно определять методами Касагранда или Васильева.

Используя значения влажностей на границах текучести W_L и раскатывания W_p , а также природной влажности W_n , можно определить число пластичности I_p и показатель текучести I_L .

В зависимости от числа пластичности I_p , грунты делятся [18]:

- 1) песчаные – $I_p \leq 1\%$;
- 2) супеси – $1 < I_p \leq 7\%$;
- 3) суглинки – $7 < I_p \leq 17\%$;
- 4) глины $I_p > 17\%$.

Вид и состояние глинистых грунтов в зависимости от числа пластичности и показателя текучести можно определить по таблицам 1.2 и 1.5 (приложение 1).

4.3.7. Определение набухания и усадки связных грунтов

Глинистые грунты при изменении их влажности обладают способностью увеличиваться или уменьшаться в объеме. Если влажность грунта увеличивается по сравнению с природной влажностью, то происходит набухание. Если уменьшается – то усадка.

Набухание определяется для оценки устойчивости и деформируемости оснований зданий откосов и подземных сооружений. Относительное набухание грунта ξ_{sw} определяется по формуле

$$\xi_{sw} = \frac{\Delta h}{h},$$

где Δh – приращение высоты образца, мм;

h – начальная высота образца природной влажности, мм.

По относительному набуханию выделяют следующие разновидности грунтов:

- не набухающие $\xi_{sw} \leq 0.04$;
- слабо набухающие $0.04 < \xi_{sw} \leq 0.08$;
- средне набухающие $0.08 < \xi_{sw} \leq 0.124$;
- сильно набухающие $\xi_{sw} > 0.12$.

Усадка грунта характеризуется величиной обычной усадки V_y , которая происходит в результате сложных физико-химических процессов, сопровождающихся уменьшением объема при дегидрации, и зависит от минералогического состава грунта, его структуры и текстуры, а также от условий испарения воды.

Образец, равномерно высыхая, уменьшается в объеме, сохраняя при этом геометрическое подобие конуса, заданного емкостью устройства. При этом объемное уменьшение образца сводится к перемещению грунта по центральной оси конуса в направлении его вершины за счет силы тяжести.

4.4. Определение деформативных и прочностных характеристик грунтов

4.4.1. Определение сжимаемости грунтов

Степень сжимаемости является важной характеристикой механических свойств грунтов, которая используется для определения осадок зданий и различных сооружений.

Мерой сжимаемости грунтов является модуль деформации, который соответствует модулю упругости упругих тел. Грунт не является упругим телом, и его осадка есть сумма упругих и упруго-пластичных деформаций. Сжимаемость грунтов зависит от таких его свойств, как гранулометрический состав, пористость и минеральный состав

Сжимаемость грунта может характеризоваться: кривой сжимаемости; коэффициентом сжимаемости; компрессионной кривой.

Кривая сжимаемости характеризует изменение высоты образца от нагрузки (рисунок 4.2). Кривая сжимаемости может быть как начальной 1, так и вторичной 3. Между ними находится кривая разгрузки 2. Характер изменения кривых сжимаемости и разгрузки показывает, что при каждой новой нагрузке и разгрузке деформации грунта частично упругие, а частично неупругие (остаточные). С рисунка 4.2 можно сделать вывод, что при повторном нагружении грунт является менее сжимаемый, чем при начальном нагружении. В связанном водонасыщенном грунте при нагрузке возникает давление воды в порах. При этом вода перемещается в сферы с более низким давлением.

Коэффициент сжимаемости M_0 , определенный в одомере, называется одометрическим модулем сжимаемости и определяется по следующей формуле:

$$M_0 = \Delta\sigma_i / \varepsilon_i ,$$

где $\Delta\sigma_i$ – приращение напряжений в сечении образца;

$\varepsilon_i = \Delta h_i / h_{i-1}$ – относительная деформация;

Δh_i – осадка образца при i -м нагружении;

h_{i-1} – высота образца до i -го нагружения.

Аналогично определяется и вторичный коэффициент сжимаемости грунта M .

По данным M_0 и M можно вычислить показатель консолидации β_k , переводной коэффициент δ , начальный модуль деформации E_0 и вторичный модуль деформации E .

$$\beta_k = M_0 / M,$$

$$\delta = (1+\nu) \cdot (1-2\nu) / (1-\nu),$$

где ν – коэффициент бокового расширения.

$$E_0 = \delta \cdot M_0, E = \delta \cdot M.$$

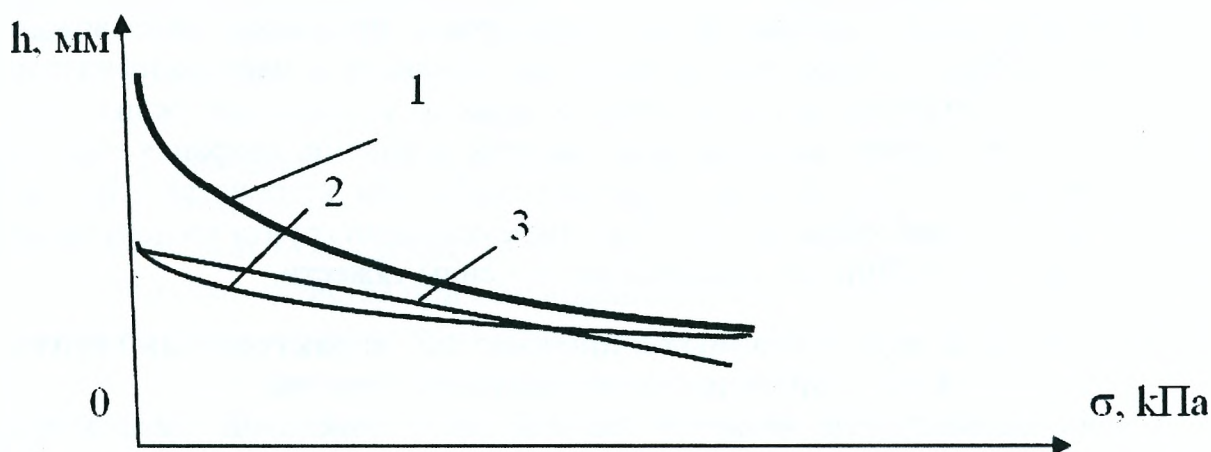


Рисунок 4.2 – Кривые сжимаемости 1, 3 и разгрузки 2

В связи с тем, что сжимаемость грунтов связана с уменьшением его пористости, в механике грунтов принято характеризовать сжимаемость грунта зависимостью коэффициента пористости e от давления P (рис.4.3). Эта зависимость называется компрессионной и определяется в лабораторных условиях экспериментально в приборах двух типов:

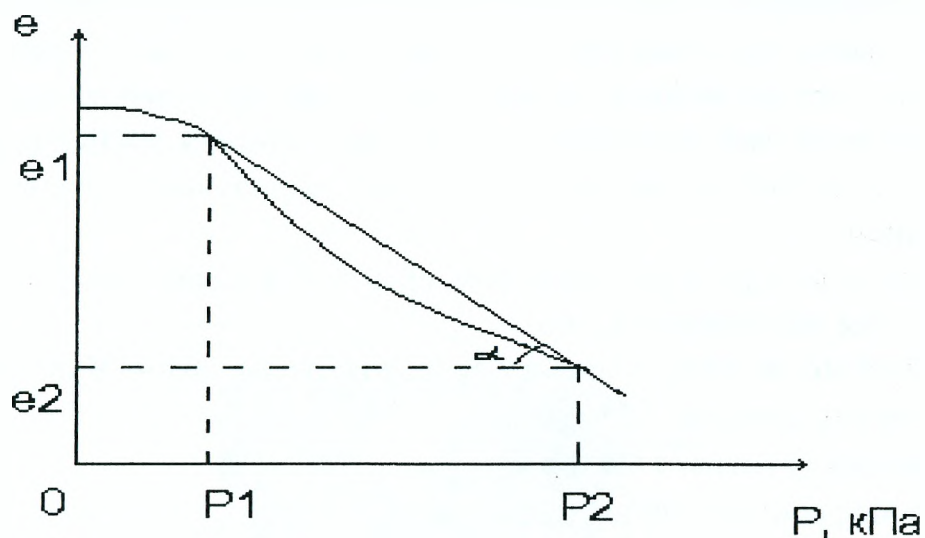


Рисунок 4.3 – Компрессионная кривая

– одометре – приборе одноосного сжатия с жесткими боковыми стенками обоймы, в которую заключен образец грунта, называемом также компрессионным прибором;

– стабилометре – приборе трехосного сжатия с эластичными боковыми стенками, в которые заключен грунт.

При относительно малых давлениях $P < P_{стр}$ сжимаемость грунта может быть сравнительно небольшой, значительно меньшей, чем при больших давлениях. В практических целях заменяют криволинейную зависимость между e и P прямолинейной, т.е. заменяют кривую на этом участке отрезком стягивающей ее хорды. Тогда из геометрических соображений получим, что

$$\operatorname{tg} \alpha = (e_1 - e_2) / (P_2 - P_1) = m_0,$$

где m_0 – коэффициент сжимаемости грунта, кПа^{-1} .

Для расчета осадок удобнее пользоваться коэффициентом относительной сжимаемости m_v , который равен

$$m_v = m_0 / (1 + e_0),$$

где e_0 – начальный коэффициент пористости.

Показатель сжимаемости грунта m_0 (или m_v) необходим для расчета величин осадок зданий или сооружений. В одометре можно определить только один показатель – коэффициент сжимаемости m_0 . В стабилометре мы имеем возможность непосредственно определить уже два показателя (m_v и μ):

E_0 – модуль общей деформации (таблица 1.6, 1.10 приложение 1);

μ – коэффициент относительной поперечной деформации.

4.4.2. Определение прочности грунтов

В связи с тем что прочность связей между частицами в грунтах намного меньше, чем прочность самих частиц, прочность грунтов в целом определяется прочностью и состоянием связей между частицами. Разрушение грунта происходит вследствие возрастания сдвигающих усилий, возникающих между частицами при приложении к грунту нагрузки и разрушающих связи между частицами.

Для небольших давлений (до 0.5 МПа) можно считать, что сопротивление грунта сдвигу состоит из двух частей – одной, не зависящей от величины нормального давления, действующего по площадке сдвига, и именуемой удельным сцеплением, и второй, являющейся функцией нормального давления и называемой трением.

Зависимость между сопротивлением сдвигу τ и нормальным давлением σ устанавливается экспериментально.

Предельное сопротивление сдвигу определяется по закону Кулона:

– для сыпучих грунтов $\tau \leq \sigma \operatorname{tg} \varphi$;

– для связных грунтов $\tau \leq \sigma \operatorname{tg} \varphi + C$,

где φ – угол внутреннего трения, град.;

C – удельное сцепление, МПа.

Параметры прочности φ и C (таблица 1.9, приложение 1) используются при определении несущей способности оснований сооружений, устойчивости откосов, выемок и земляных сооружений, давления грунтов на подпорные сооружения, устойчивости сводов обрушения подземных выработок, при проектировании соответствующих механизмов для разрушения грунтов и в других случаях.

Показатели сопротивления сдвигу могут определяться следующими способами:

- 1) по фиксированным плоскостям путем среза в сдвиговых приборах;
- 2) путем раздавливания при одноосном и трехосном сжатии;
- 3) по углу естественного откоса.

Наибольшее распространение в лабораторной практике получил метод одноплоскостного прямого сдвига.

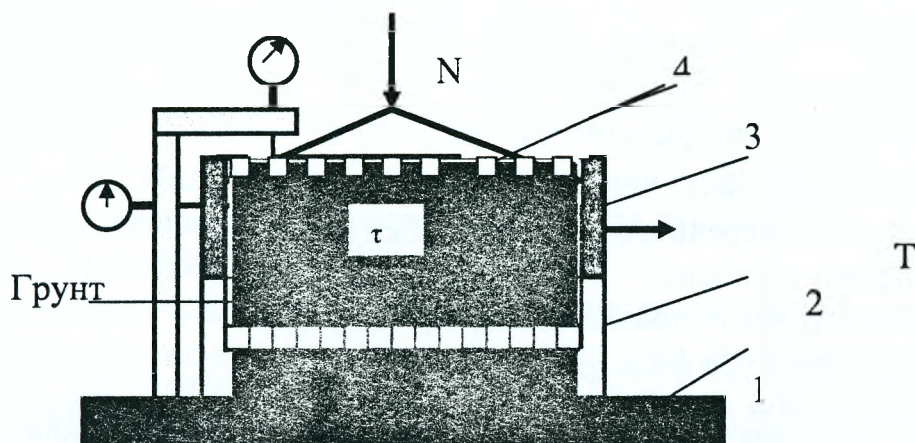
Различают быстрый сдвиг, когда за время испытания плотность и влажность грунта не изменяются (закрытая система), и медленный, когда вода свободно выдавливается из пор грунта (открытая система).

4.4.3. Определение показателей прочности грунта методом прямого среза образца

При использовании данного метода среза образец грунта помещается в обойму, имеющую горизонтальный разрез. По плоскости этого разреза происходит срез образца, нагруженного заданной вертикальной нагрузкой. Таким образом, в этом виде испытания плоскость среза заранее predetermined. Такой метод испытания имеет как свои положительные стороны (простота испытания, простота прибора), так и отрицательные (напряженное состояние образца отли-

чается от того, которое принимается в расчетной схеме; вместо плоскости среза получается зона, в которой происходит срез и др.).

Опыты по определению параметров прочности грунтов могут проводиться на сдвиговом приборе системы Гидропроекта типа ГТП-30 (рисунок 4.4), или на сдвиговом приборе коробчатого типа. Перед загрузкой срезывателя грунтом, обоймы скрепляются установочными винтами. На дно нижней обоймы уложен жесткий фильтр, служащий для отвода воды грунта при его сжатии. На образец грунта, помещенный в срезыватель, устанавливается жесткий штамп с верхним фильтром, служащий для передачи вертикальной нагрузки непосредственно на образец.



1 – подставка, 2 – нижняя часть обоймы, 3 – верхняя часть обоймы, 4 – нагрузочный поршень. N – нормальное усилие; τ – сдвигающее усилие.

Рисунок 4.4 – Прибор прямого среза типа ГТП-30

4.5. Водопроницаемость грунтов

Водопроницаемость характеризуется коэффициентом фильтрации K_f (см/с или м/сут). Коэффициент фильтрации используется при:

- 1) определении притока воды в строительные котлованы и горные выработки;
- 2) расчете утечек воды из водохранилищ;
- 3) проектировании дренажных сооружений, фильтров и расчетов других строительных объектов.

Лабораторные определения коэффициента фильтрации характеризуют водопроницаемость отдельных «точек» водоносного слоя. При этом более близкую к естественным условиям картину дают определения на образцах с ненарушенной структурой. Коэффициент фильтрации зависит от гранулометрического состава, степени плотности грунта, температуры и др. показателей.

На основании закона Дарси выражается зависимость между графическим градиентом I и скоростью фильтрации воды V , т. е.

$$V = KI,$$

где K – коэффициент фильтрации. Откуда

$$K = \frac{V}{I}.$$

Если $I=I$, то $K=V$.

Значение коэффициента фильтрации можно определять теоретически, лабораторными или полевыми испытаниями. При лабораторных испытаниях можно пользоваться следующими методами:

- 1) в приборе КФ;
- 2) при помощи трубки Каменского.

По данным опыта в приборе КФ производят расчет коэффициента фильтрации по формуле

$$K_{10} = \frac{864 \cdot Q}{t \cdot F \cdot J \cdot r},$$

где K_{10} – коэффициент фильтрации при $t = 10^\circ\text{C}$;

Q – расход воды, мл.;

F – площадь поперечного сечения трубки (25 см);

J – напорный градиент;

r – температурная поправка, равная $0,7 \cdot 0,03 t^\circ$,

где t° – температура фильтрующейся воды;

864 – переводной коэффициент, измеряемый в см/с или в м/сут.

Коэффициент фильтрации по Каменскому определяется из следующего уравнения

$$k = l / T f(S/H_0),$$

где l – высота образца грунта, см;

S – понижение уровня воды в трубке Каменского, см;

T – время опускания уровня воды в трубке на высоту S , сек;

H_0 – начальная высота столба воды в трубке, начиная от верхнего уровня в трубке, до уровня воды в сосуде.

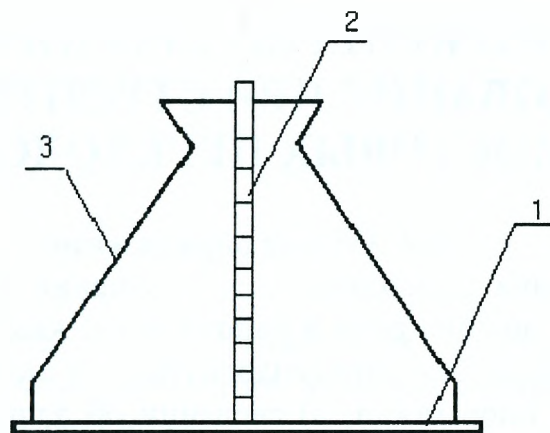
Функция $f(S/H_0)$ приведена в приложении 1 табл. 1.13.

В случае нескольких замеров времени фильтрации за расчетное принимается среднее арифметическое значение коэффициента фильтрации.

4.6. Определение угла естественного откоса сыпучих грунтов

Угол, образованный свободным откосом сыпучих грунтов с горизонтальной поверхностью в состоянии равновесия, называется углом естественного откоса.

Угол естественного откоса для сухих и водонасыщенных песков в рыхлом состоянии практически совпадает с их углом внутреннего трения. Угол естественного откоса сыпучих грунтов является одной из расчетных характеристик при проектировании дамб, насыпей, дорог, плотин и других земляных сооружений. Его определяют как в сухом, так и в водонасыщенном (под водой) состоянии. При определении угла естественного откоса сыпучих грунтов пользуются прибором КФ (рисунок 4.5).



1 – круглой перфорированной подставки; 2 – вертикальная стойка в центре, на которой нанесена разделительная шкала в градусах; 3 – полый корпус в виде усеченного конуса
Рисунок 4.5 – Схема прибора для определения угла естественного откоса

4.7. Полевые методы исследования грунтов

Полевые исследования грунтов используются для изучения:

- водопроницаемости горных пород;
- деформативных характеристик песчано-глинистых грунтов;
- прочностных характеристик грунтов и детального расчленения геологического разреза.

Деформативные показатели в полевых условиях определяются:

- штамповыми испытаниями;
- прессиометрическим методом.

Штамповые испытания проводятся в шурфах или котлованах путем приложения на штамп опытных нагрузок. Строятся графики зависимости осадок штампа от нагрузок, по которым и определяют значение модуля деформации грунта.

Опытными нагрузками можно так же проводить испытание несущей способности свай, фундаментов или целых зданий, специально выстроенных для этих целей.

Более прогрессивным методом определения деформативных характеристик грунтов является *прессиометрия*, при котором используется прибор *прессиометр*.

Для определения прочностных характеристик неоднородных пород, из которых нельзя отобрать образцы ненарушенной структуры, используются *опытные сдвиги*, которые проводятся в шурфах или скважинах. Если породы относительно устойчивы, то сдвиговые испытания проводят в шурфах. В иловатых и пластичных глинистых породах сопротивление сдвигу определяется сдвигом-крыльчаткой. При повороте крыльчатки измеряют крутящий момент M и сопротивление сдвигу τ определяют по формуле

$$\tau = M/1,17\pi d^3,$$

где d – диаметр цилиндра вращения.

Высота крыльчатки $h = 2d$.

Для зданий и сооружений II и III класса ответственности, при определении прочностных и деформативных показателей грунтов, если известны их физические значения, можно воспользоваться данными [СНБ], табл. 1.9-1.12 (приложение 1).

ГЛАВА 5. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ МОСТОВЫХ ПЕРЕХОДОВ

5.1. Общие определения

Данные исследования проводятся для получения: а) инженерно-геологических характеристик долины реки в районе возможных вариантов мостового перехода; б) данных об инженерно-геологических условиях сооружения оснований и фундаментов опор моста; в) сведения об аллювиальных отложениях реки и о крупности наносов, переносимых по дну во время паводков; г) сведения о пригодности пойменных грунтов в качестве строительного материала для возведения подходов насыпей и регуляционных сооружений; д) данные о наличии в районе мостового перехода карьеров естественных строительных материалов (камня, гравия, песка).

Инженерно-геологические обследования выполняют в объемах, позволяющих производить технико-экономическое сравнение вариантов мостового перехода и разработку проектных решений по выбранному варианту. Объем и содержание обследований зависят от сложности инженерно-геологических условий данного района, стадии проектирования, этапа изысканий и размеров проектируемого моста.

Инженерно-геологические обследования *на стадии технического проекта* мостового перехода производят в два этапа. Первый этап осуществляют при выборе варианта мостового перехода, а второй – при изысканиях по выбранному направлению.

Основные задачи инженерно-геологических обследований на первом этапе заключаются в изучении геологического строения речной долины, гидрогеологических условий данного района, физико-геологических процессов, происходящих на участках вариантов мостового перехода, и в поисках месторождений местных строительных материалов и грунтов для строительства.

Для решения этих задач проводят инженерно-геологические съемки, геофизические исследования и разведочные работы.

В качестве топографической основы для проведения инженерно-геологических съемок используют аэрофотоснимки, карты масштабов 1: 10000 – 1: 25000, а также планы, которые составляют изыскатели в результате выполнения топографо-геодезических работ. Ширина полосы инженерно-геологической съемки определяется геологическими условиями перехода. Для каждого варианта трассы перехода она должна составлять не менее 300 м вверх по течению от оси мостового перехода и не менее 200 м вниз. Полоса съемки должна захватывать участки расположения регуляционных и защитных сооружений, подходы (насыпи и выемки) к проектируемому мосту, а также площади срезки. Если на участке перехода имеют место неблагоприятные русловые, береговые и склоновые явления, то масштаб съемки принимают равным 1: 1000 – 1: 2000; при отсутствии указанных неблагоприятных явлений съемку производят в масштабе 1: 5000- 1: 10000.

В процессе инженерно-геологических обследований ведут полевой журнал, в котором дается описание характерных геологических признаков, и составляются схематические инженерно-геологические планы мостового перехода. Подробно описываются следующие элементы речной долины: русло реки, его ширина, очертание. В плане: поймы, их ширина, заболоченность, наличие озер и староречий, характер растительности. Надпойменные террасы: их высота, рельеф, характер растительности. Указывается наличие размывов берегов, оползней, обвалов, скальных обнажений, карстовых провалов. Отмечается выход на поверхность грунтовых вод.

5.2. Задачи геофизических исследований

Задачами геофизических исследований являются:

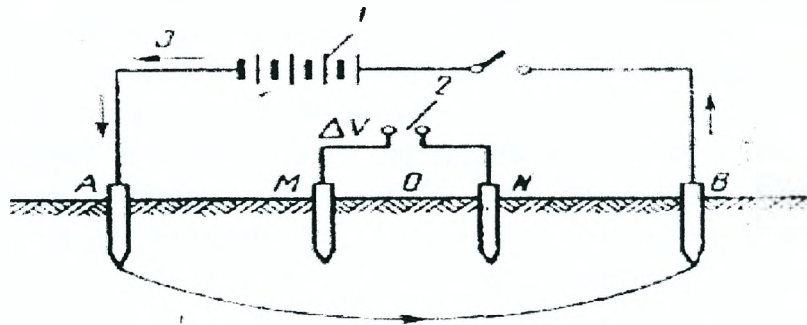
- 1) расчленение отдельных геоморфологических элементов долины на участки с различными инженерно-геологическими условиями.
- 2) определение состава и мощности аллювия.
- 3) определение положения уровня грунтовых вод, оконтуривание площади месторождений строительных материалов, необходимых для строительства мостового перехода.

Указанные задачи решают с помощью электроразведки. Это такой способ исследования геологического строения земной коры, который основан на изучении явлений протекания электрического тока в земле. Как известно, распределение электрического поля в земной коре зависит от взаимного расположения и электрических свойств горных пород. К электрическим свойствам горных пород относят: удельное сопротивление тока ρ , диэлектрическую постоянную ϵ и магнитную проницаемость m . При инженерно-геологических изысканиях применяют постоянный ток, который искусственно вводят в землю; для изучения поля постоянного тока достаточно определить удельное сопротивление ρ . Из всех методов электроразведки наиболее широкое применение в практике инженерно-геологических изысканий получил метод сопротивлений. Сущность этого метода заключается в следующем: через грунты пропускают постоянный электрический ток, а на поверхности земли измеряют сопротивление изучаемых грунтов; по найденной величине сопротивления можно, не вскрывая грунтовых напластований, установить, какая порода и на какой глубине она залегает. Метод сопротивлений имеет несколько разновидностей, наиболее распространенными из которых являются вертикальное электрическое зондирование и электропрофилирование.

5.3. Вертикальное электрическое зондирование

Вертикальное электрическое зондирование осуществляют с помощью установки, схема которой представлена на рис.5.1 Установка состоит из погруженных в землю питающих электродов A и B и измерительных электродов M и N . Электроды M и N располагаются симметрично относительно середины линии AB (точка O) и находятся на одной прямой с электродами A и B . Все электроды представляют собой стальные стержни длиной 50-70 см. При помощи электродов A и B в землю вводится по проводам от батареи электрический ток; сила

тока I измеряется специальным прибором. Электроды M и N соединяют с измерителем напряжения, который позволяет определять разность потенциалов ДУ между точками M и N .



A и B – питающие электроды; M и N – измерительные электроды;
 1 – батарея; 2 – измеритель напряжения

Рисунок 5.1 – Схема установки для производства электроразведочных работ по методу сопротивлений

На основании закона Ома находят так называемое кажущееся удельное сопротивление грунта ρ_k

$$\rho_k = K \frac{\Delta V}{I},$$

где K – коэффициент, зависящий от размеров установки.

K определяют по формуле (рисунок 5.1)

$$K = \pi AN AM / MN$$

Вертикальное электрическое зондирование производят следующим образом. Установку, изображенную на рис. 5.1, помещают в точке земной поверхности O , в которой необходимо получить вертикальный геологический разрез. Первоначально определяют удельное сопротивление ρ_k при малом значении расстояния AB (при малом разnose). Затем продолжают увеличивать разнос AB и снова определяют ρ_k . По мере увеличения разноса AB возрастает глубина проникновения электрического поля, поэтому, в результате проведенных измерений, получают ряд значений кажущегося удельного сопротивления ρ_k , как глубины функции, выраженной через AB . По полученным данным, в логарифмических координатах, строят график зависимости ρ_k от величины $AB/2$ (рис. 5.2).

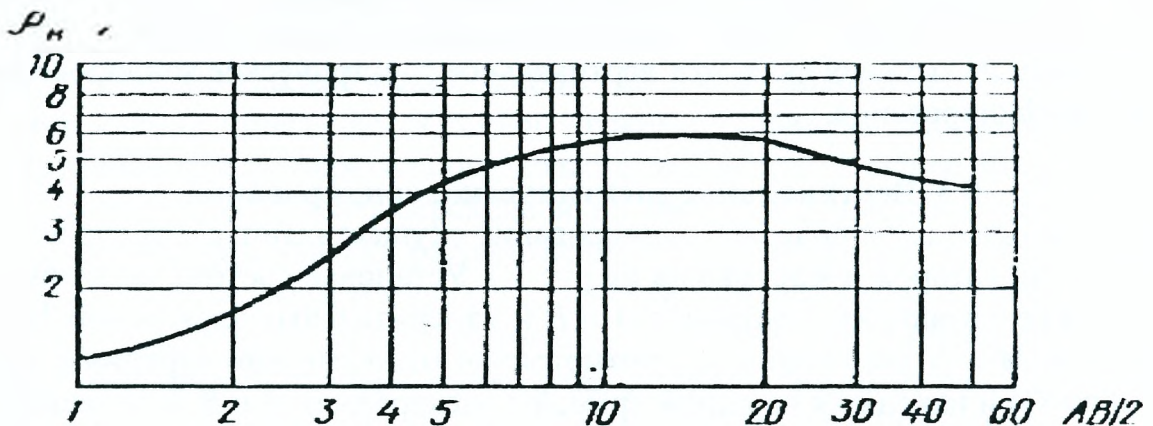
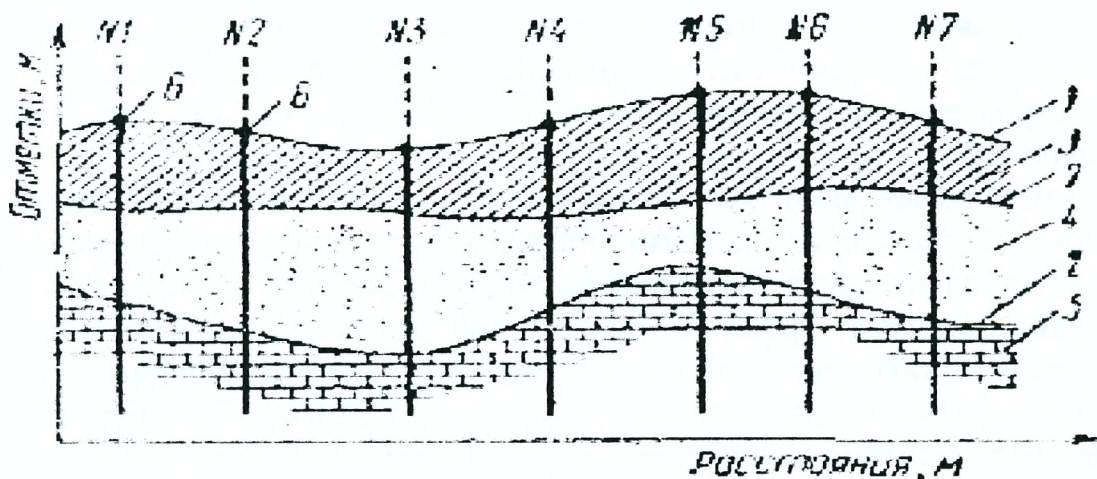


Рисунок 5.2 – График зависимости ρ_k от $AB/2$

Этот график представляет собой кривую электрозондирования. На основании таких кривых, полученных для ряда точек, производят построение геоэлектрического разреза. Для этого предварительно снимают профильную линию поверхности земли и наносят положение точек, в которых производилось вертикальное электрическое зондирование. В каждой точке от поверхности земли вниз в определенном масштабе откладываются мощности электрических горизонтов. После этого проводят разделительные линии, которые соответствуют положению кровли различных электрических горизонтов в разрезе (рис.5.3).

Вертикальное электрическое зондирование должно производиться на глубину, превышающую возможную глубину заложения фундаментов опор моста не менее чем на 5-10 м.

При электропрофилеировании измеряют величину кажущегося удельного сопротивления грунта q_k , относящуюся к равным глубинам. Установка, схема которой представлена на рис. 5.1, перемещается вдоль заданного профиля, причем расстояния AB и MN сохраняются постоянными. При постоянном значении разности AB остается постоянной и глубина проникновения электрического тока, а значит, и глубина, которой соответствует получаемое кажущееся удельное сопротивление грунта q_k . Изменение величины q_k свидетельствует об изменении однородности среды. Электроразведка не является исчерпывающим методом обследования. Она не может полностью заменить буровые работы. Результаты электроразведки используют для целенаправленного размещения буровых скважин и более обоснованного определения глубины бурения на отдельных участках мостового перехода.



1 – профильная линия поверхности земли; 2 – разделительная линия;
3 – тяжелый суглинок; 4 – песок; 5 – известняк; 6 – точки, в которых
производилось вертикальное электрическое зондирование

Рисунок 5.3 – Геоэлектрический разрез

5.4. Буровые работы

Основным видом разведочных работ на мостовых переходах является бурение. При наличии благоприятных геологических условий на каждом берегу русла реки закладывают одну скважину. В русле реки для среднего моста за-

кладывают одну-две скважины; для большого моста их закладывают не реже чем через 100 м, но не менее двух. В песчаных и глинистых грунтах глубина скважин принимается не менее 15 м, в крупнообломочных и полускальных породах – не менее 10 м, в скальных породах – не менее 5 м. В русле глубина скважины считается от дна реки. При неблагоприятных геологических условиях количество скважин по оси мостового перехода увеличивается.

Способ бурения зависит от типа грунта (породы). В песчаных и глинистых грунтах применяют ударно-канатный или шнековый способы бурения; в крупнообломочных полускальных породах – ударно-канатный и в скальных – колонковый способ.

При небольшом объеме буровых работ и глубине скважин до 3,0 м бурение можно вести ручным способом, а при значительных объемах работ и больших глубинах скважин – механическим способом с приводом от двигателя. Широкое распространение на изысканиях мостовых переходов получили самоходные буровые установки, которые монтируют на автомобиле. Инженерно-геологические обследования пойменных участков мостового перехода осуществляют шурфованием или заложением скважин, глубиной 4-6 м.

Для выяснения возможности обеспечения строительства мостового перехода местными строительными материалами собирают и изучают данные по существующим карьерам. При отсутствии карьеров ведут разведочные работы местных строительных материалов.

ИГИ на втором этапе, осуществляемом по выбранному направлению трассы мостового перехода, производят с целью получения материалов, необходимых для назначения отверстия моста и разработки схемы и конструкции моста, подходов к нему, регуляционных и защитных сооружений, а также с целью обеспечения строительства данного мостового перехода местными строительными материалами.

Объем буровых работ (количество скважин) в месте расположения моста назначают в соответствии с данными, приведенными в табл.5.1, в зависимости от намечаемой длины моста и инженерно-геологических условий. Так как во время изысканий мостовых переходов трудно точно назначить длину моста, то протяженность участка бурения скважин принимают с учетом коэффициента 1,3.

В тех случаях, когда длина моста превышает 200 м, объем буровых работ определяют по специальной программе. На втором этапе должна быть выявлена крупность наносов, влекомых по дну во время паводков, для определения их физических показателей. При морфометрических обследованиях сведения о наносах получают на основании материалов наблюдений, которые проводят на постоянных водомерных постах Гидрометеослужбы.

Таблица 5.1 – Количество скважин в месте расположения моста.

Длина моста (с учетом коэф. 1,3), м.	Инженерно-геологические условия	
	простые	сложные
25-100	3-5	5-7
100-200	5-7	7-9

Инженерно-геологические обследования, проводимые на стадии составления рабочих чертежей, преследуют следующие цели:

- 1) детальное изучение геологических и гидрогеологических условий у каждой мостовой опоры и у других сооружений мостового перехода;
- 2) установление характеристик грунтов;
- 3) детальное обследование неблагоприятных физико-геологических явлений и процессов, воздействующих на отдельные сооружения мостового перехода;
- 4) доразведку месторождений местных строительных материалов.

После экспертизы технического проекта заказчиком могут быть внесены некоторые изменения в схему моста по принятому варианту и в положение проектной линии, может даже измениться местоположение мостового перехода. В таких случаях состав и объем ИГИ расширяется в зависимости от степени изученности нового участка и его ИГ сложности.

К основным видам инженерно-геологических изысканий, проводимых на этой стадии, относят: бурение или шурфование, лабораторные исследования грунтов и воды, камеральную обработку материалов. Объем буровых работ (количество скважин) под каждую опору моста устанавливают в зависимости от размеров фундамента и сложности ИГУ (табл. 5.2).

Таблица 5.2 – Количество скважин под каждую опору моста.

Размеры фундамента по длинной стороне, м	Инженерно-геологические условия	
	простые	сложные
Менее 15	1	2
Более 15	1-2	2-4

5.5. Морфометрические работы по определению расположения водных ресурсов

Морфометрические изыскания проводятся как для установления качественной и количественной характеристик форм рельефа местности, так и для определения расположения водных ресурсов на будущей строительной площадке. Данные изыскания проводятся также для обоснования выбора наиболее подходящего участка для данного вида строительства. Морфометрические изыскания устанавливают формы залегания слоев горных пород, их вид и состояние. Также устанавливается наличие различного вида дислокаций [2] доп.

Морфометрические работы представляют собой такой вид инженерно-гидрологических обследований, который не предусматривает наблюдений за проходом высоких вод во время паводка. Эти работы обычно выполняют на хорошо изученных реках.

В связи с тем, что гидрологическая изученность рек Республики Беларусь непрерывно возрастает, морфометрические обследования приобретают с каждым годом все большее значение, а гидрометрические работы имеют тенденцию к сокращению.

Морфометрические работы включают в себя установление характерных уровней воды, построение продольного профиля реки, выбор и съемку морфостворов, определение типа руслового процесса также изучение ледового режима реки.

Сроки проведения изысканий железных и автомобильных дорог часто не совпадают со сроками прохождения высоких паводков на пересекаемых реках, поэтому морфометрический способ получения гидрологических характеристик данной реки имеет широкое распространение. При производстве изысканий мостового перехода в период прохождения небольших паводков, кроме морфометрических работ целесообразно проводить и гидрометрические наблюдения с целью получения конкретных натуральных значений расходов, скоростей течения, продольных уклонов водной поверхности, коэффициентов шероховатости водной поверхности и других характерных признаков, которые могут оказывать влияние на работу мостового перехода.

5.5.1. Установление характерных уровней

Наиболее надежным источником получения сведений о характерных уровнях являются данные наблюдений на многолетних водомерных постах, расположенных вблизи проектируемого мостового перехода. На указанных водомерных постах устанавливаются:

– отметки и даты наблюдения самых высоких и низких, ранних и поздних уровней ледостава;

– первой подвижки льда и весеннего ледохода;

– пика паводка и время осеннего или зимнего ледохода. Независимо от наличия вблизи проектируемого мостового перехода водомерных постов, в районе перехода устанавливают отметки следующих характерных уровней воды, которые необходимо знать для проектирования мостового перехода:

- 1) уровня высоких вод – УВВ;
- 2) высокого ледохода – УВЛ;
- 3) высокой подвижки льда – УВПЛ;
- 4) низкой подвижки льда – УНПЛ;
- 5) средней межени – УСМ;
- 6) низкой межени – УНМ.

Отметки указанных уровней определяют по аналогии, путем опроса старожилов, по меткам и местным признакам и по архивным материалам.

5.5.2. Построение продольного профиля реки

Продольный профиль реки в месте мостового перехода снимают для определения продольных уклонов свободной поверхности потока и построения продольного профиля дна и берегов русла. Отметки, необходимые для построения линии дна и берега коренного русла, определяют в процессе производства топографо-геодезических работ.

Продольный профиль снимают по урезу воды в русле на момент производства работ. При этом измеряют глубины реки по фарватеру в наиболее характерных точках дна.

Протяженность съемки продольного профиля зависит от конкретных местных условий. В том случае, когда режим реки не нарушен различными гидротехническими сооружениями, протяженность съемки принимают равной длине участка реки на генеральном плане мостового перехода. При этом рекомендуются соблюдать следующие условия:

- протяженность съемки должна быть не менее суммарной длины, одного плеса или одного переката – для больших рек;
- не менее суммарной длины двух перекатов – для средних рек;
- не менее суммарной длины трех плесов или перекатов – для малых рек.

При съемке продольного профиля реки используют имеющуюся картографическую основу (фотопланы и карты масштаба не мельче 1: 25000). Продольный профиль снимают нивелированием, расстояние между точками урезов воды определяют дальномером.

На период съемки продольного профиля открывают временные водомерные посты. При нивелировании урезов воды по берегам рек засекают время. Отметки урезов воды приводят к одному моменту времени путем введения поправок по наблюдениям на водомерном посту.

Установленные на местности отметки УВВ за различные годы указывают на продольном профиле. После этого производят построение линии свободной поверхности и определение продольных уклонов потока при уровне высоких вод.

5.5.3. Выбор и съемка морфостворов

Морфостворы разбивают для построения профилей поперечных сечений реки, определения расходов воды и установления расходов между русловой и пойменными частями потока.

Предварительно морфостворы намечают на генеральном плане мостового перехода. Морфостворы должны располагаться нормально к направлению течения в реке при высоких водах для того, чтобы поперечное сечение реки по морфоствору можно было принимать за живое сечение потока. В связи с этим, на участках реки, где направления течения в русле и на пойме не совпадают, морфоствор в плане может быть ломаным.

Расположение морфостворов в плане зависит и от типа руслового процесса. Например, при ленточно-грядовом и побочных типах морфостворы назначают так, чтобы они были перпендикулярны не только к общему направлению потока, но и к бровкам русла. На реках со свободным меандрированием морфостворы назначают в более узких местах поймы с наименьшим числом стариц и протоков; на реках с блуждающим руслом морфостворы располагают в таких местах, где зона блуждания имеет минимальную ширину.

Морфоствор, предназначенный для определения расходов воды по предварительно установленным уровням, выбирают на прямолинейном участке русла реки, где поймы имеют наименьшую ширину. Морфоствор, предназначенный для установления распределения расхода воды между русловой и пойменной частями потока при гидроморфологических исследованиях, располагают непосредственно выше трассы мостового перехода.

Разбивку и съемку морфостворов на местности производят с помощью теодолитов-тахеометров; при этом расстояния определяют по дальномеру, а превышения – по углу наклона. В тех местах, где морфостворы пересекают меженное русло реки, протоки, староречья и озера, определяют отметки урезов воды и измеряют глубины. Все морфостворы привязывают к продольному профилю реки. Границами морфостворов являются отметки земли, превышающие уровни высоких вод на 1-2 м для уровней весенних половодий и на 2-3 м – для ливневых паводков.

Морфологическими характеристиками створа являются:

- распределение глубин воды по его ширине;
- сопротивление движению воды в различных частях створа, которое оценивается коэффициентами шероховатости.

В связи с этим при разбивке морфоствора следует не только снять профиль дна и берегов, но и произвести съемку ситуации местности не менее чем по 100 м в каждую сторону от морфоствора и дать описание ситуационных и морфологических признаков русла и пойм на прилегающем к створу участке рек. К этим признакам относят:

- наличие на пойме протоков и староречий, спрямляющих течений;
- прорывов перешейков речных излучин построек и сооружений;
- характер растительности по морфоствору, выше и ниже его (трава кустарник, лесные массивы, их густота и высота);
- характеристика грунтов в русле реки и на свободных участках поймы.

На основании указанных выше признаков устанавливают значение коэффициентов шероховатости для различных частей морфоствора, что позволяет рассчитывать скорости течения и расходы воды в отдельных частях морфоствора.

ГЛАВА 6. ИЗЫСКАНИЯ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ АЭРОДРОМОВ

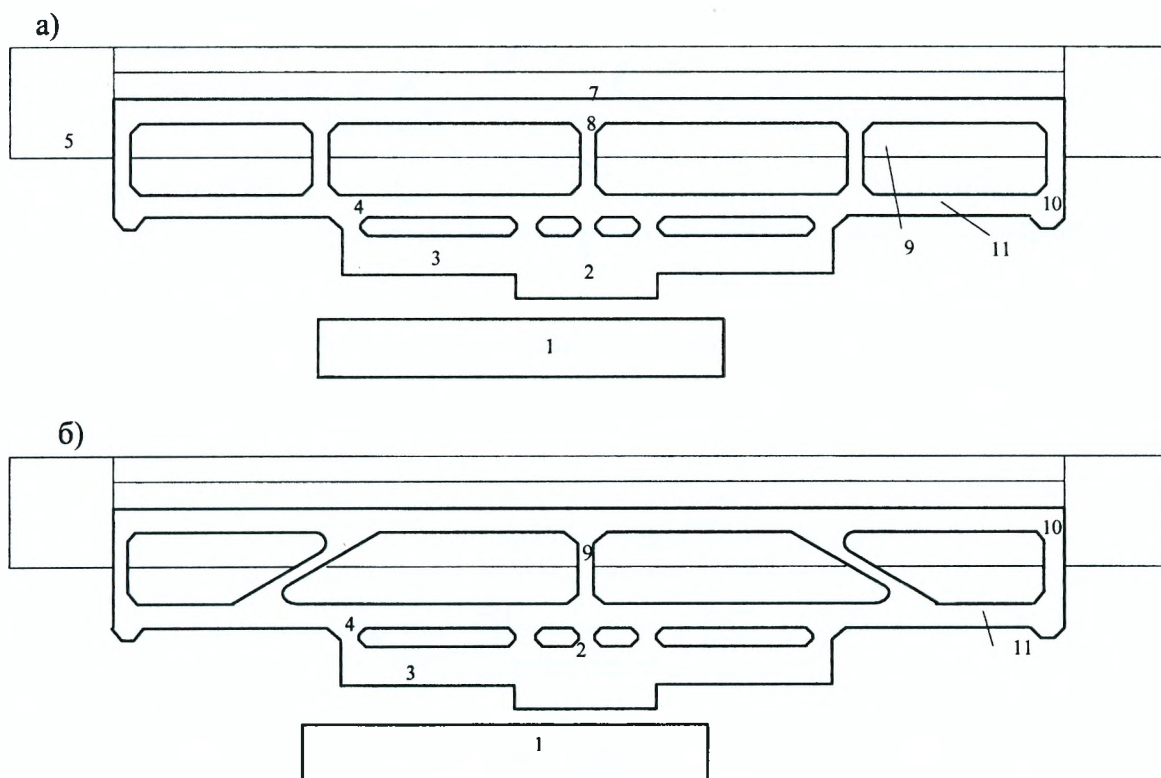
6.1. Общие сведения

Аэропорт представляет собой предприятие, обслуживающее перевозку пассажиров, багажа и различных грузов. Крупные аэропорты мира обслуживают более 40 миллионов пассажиров в год и обеспечивают около 700 000 взлетов и посадок. Ежедневно могут перевозить более 100 000 пассажиров.

Аэродром – это главная составляющая аэропорта, представляющая собой специально подготовленный земельный участок, имеющий комплекс различных сооружений для обслуживания работы воздушных судов.

Аэродромы проектируются круглой или квадратной формы (рис 6.1, 6.2, 6.3) с размерами, зависящими от следующих факторов, например:

- от взлетно-посадочных скоростей;
- размеров и веса самолета и др.



а – с соединительными РД, примыкающими под углом 90° к ВПП;

б – со скоростными соединительными РД;

1 – зона застройки; 2 – перрон; 3 – места стоянок самолетов; 4 – вспомогательные РД;
5 – концевые полосы безопасности; 6 – боковые полосы безопасности; 7 – грунтовая летная полоса; 8 – ВПП с искусственным покрытием; 9 – соединительные РД, примыкающие под углом 90° к ВПП; 10 – предстартовые площадки; 11 – магистральная РД.

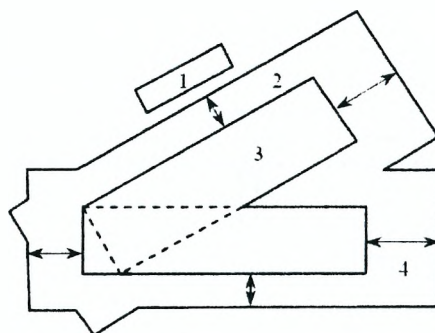
Рисунок 6.1 – Схема аэродрома с одной ВПП

Граница аэродрома принимается по внешним границам концевых и боковых полос безопасности.

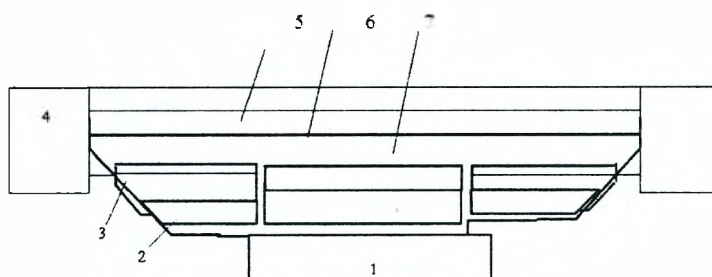
– *Служебно-техническая территория* – это часть земельного участка аэропорта, где располагаются различные здания и сооружения, необходимые для обслуживания всех видов перевозок и самолетов.

– *Обособленные сооружения* представляют собой часть земельного участка аэропорта, предназначенную для расположения объектов управления воздушным движением (УВД), радионавигации, посадки, очистных сооружений, перевалочных складов горюче-смазочных материалов (ГСМ).

– *Приаэродромная территория* представляет собой прилегающую к аэродрому местность, над которой в воздушном пространстве производится маневрирование воздушных судов. Часть воздушного пространства, расположенного над аэродромом и прилегающей к нему местностью в установленных границах, предназначенного для полетов над аэродромом, выходов самолетов на трассы, подходов к аэродрому, а также для а – с соединительными РД, примыкающими под углом 90° к ВПП; б – со скоростными соединительными РД.



1 – застройка; 2 – обочина; 3 – летная полоса; 4 – полоса подходов
Рисунок 6.2 – Схема аэродрома полосной формы



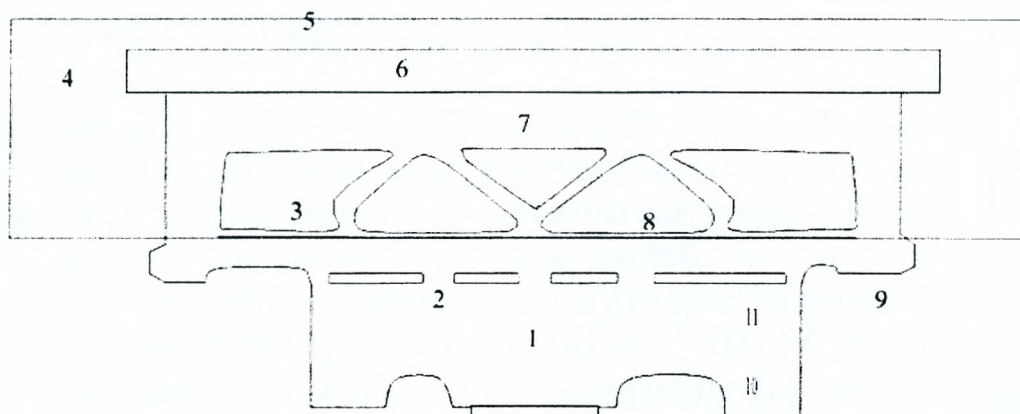
1 – участок застройки; 2 – места стоянок самолетов; 3 – рулежные дорожки;
4 – полоса подходов; 5 – обочины; 6 – летная полоса; 7 – ВВП
Рисунок 6.3 – Составные части однополосного аэродрома

6.2. Основные элементы аэродромов и их назначение

Аэродром имеет одну или несколько летных полос (ЛП), рулежные дорожки (РД), перрон, места стоянки (МС) и площадки специального назначения (рис.6.4).

Л е т н а я п о л о с а предназначена для обеспечения взлетно-посадочных операций, выполняемых, как правило, в двух взаимно противоположных направлениях. В тех случаях, когда местные условия аэродрома не позволяют

обеспечить взлет и посадку самолетов с двух направлений, допускается устройство летной полосы, обеспечивающей безопасное выполнение этих операций с одного направления.



1 – перрон; 2 – вспомогательные РД; 3 – магистральная РД; 4 – концевые полосы безопасности (КПБ); 5 – боковые полосы безопасности (БПБ); 6 – грунтовая взлетно-посадочная полоса (ГВП); 7 – взлетно-посадочная полоса с искусственным покрытием (ИВП); 8 – соединительные РД; 9 – предстартовые площадки; 10 – площадки специального назначения; 11 – места стоянок самолетов (МС)

Рисунок 4 – Основные элементы аэродрома

Летные полосы подразделяются на главные, имеющие наибольшую длину и, как правило, расположенные в направлении преобладающих ветров, и вспомогательные.

Летные полосы должны обеспечивать:

а) при взлете – выруливание самолета на место старта, разбег до скорости отрыва, отрыв от поверхности летной полосы, разгон в воздухе и частичный набор высоты;

б) при посадке – выдерживание самолета в воздухе, выполняемое на высоте 0,5–1,5 м над поверхностью летной полосы с постепенным гашением скорости; приземление, фиксирующее момент касания колесами земли; пробег, выполняемый для гашения скорости самолета от посадочной до безопасной скорости схода самолета с ВПП; отруливание с ВПП.

Летная полоса включает взлетно-посадочную полосу (ВПП), концевые и боковые полосы безопасности (КПБ и БПБ).

ВПП является частью летной полосы, специально подготовленной и оборудованной для взлета и посадки самолетов. ВПП может быть с искусственным покрытием ИВП или грунтовым. ИВП, как правило, имеют свето-радиотехническое оборудование, обеспечивающее круглосуточное выполнение взлетно-посадочных операций, в том числе в условиях плохой видимости при установленном для данного аэродрома минимуме погоды. Искусственные покрытия обеспечивают круглогодичную работу авиации на аэродроме.

Размеры элементов летных полос аэродромов приведены в табл. 6.1.

Боковые полосы безопасности (БПБ) – это грунтовые участки летной полосы, расположенные вдоль ее рабочей площади и предназначенные

для обеспечения безопасности движения по грунту в случае возможных выкатываний самолетов в сторону за пределы рабочей площади при разбеге и пробеге.

Рулежные дорожки (РД) представляют собой специально подготовленные и оборудованные пути, предназначенные для руления и буксировки самолетов. Рулежные подразделяются на магистральные, соединительные и вспомогательные.

Концевые полосы безопасности (КПБ) представляют собой спланированные участки летной полосы, расположенные у концов ее рабочей площади, предназначенные для случаев выкатывания и преждевременного приземления самолетов при посадке, а также выкатывания за пределы рабочей площади для погашения скорости в случае прерванного взлета.

Магистральные РД (МРД) располагаются, как правило, вдоль летной полосы. Соединительные РД призваны обеспечить связь ВПП с магистральной РД в местах предполагаемого окончания пробега самолетов после посадки.

Вспомогательные РД предназначены для обеспечения связи МС, перрона и отдельных площадок специального назначения с магистральной РД.

Перрон представляет собой площадку перед аэровокзалом, предназначенную для размещения самолетов при посадке и высадке пассажиров, погрузки и разгрузки почты, багажа и технического обслуживания самолетов.

Места стоянок (МС) представляют собой специально оборудованные площадки и предназначены для хранения и обслуживания приписных самолетов. Они могут быть групповыми и индивидуальными.

Площадки специального назначения — это площадки для стоянки самолетов перед ангаром, для мойки и доводки самолетов, стоянки машин перронной механизации и некоторых других целей.

Таблица 6.1 – Размеры элементов летных полос

Элемент	Класс аэродромов					
	А	Б	В	Г	Д	Е
Длина КПБ, м	400	400	400	400	250	50
Ширина ГВПП, ИВПП,	100	100	100	100	85	70
БПБ, Общая ширина летной полосы, м	60	45	42	35	28	21
	100	100	100	75	50	50
	360	345	342	285	213	191

6.3. Классификация аэродромов

Аэродромы имеют классификацию в соответствии с табл. 6.2. Транспортные полеты производятся по воздушным трассам и в общем объеме всех полетов занимают ведущее место. Полеты специального применения выполняются вне трасс и производятся в районах расположения предприятий. В зависимости от характера использования аэродромы подразделяются на классы, представленные в табл. 6.2. Аэродромы в аэропортах классифицируются в соответствии с табл. 6.3.

Таблица 6.2 – Классификация аэродромов

Факторы, влияющие на подразделение аэродромов	Класс аэродромов
1	2
Длина главной ВПП с искусственным покрытием в стандартных условиях и категория нормативной нагрузки	А, Б, В, Г, Д, Е
Характер использования	Постоянные Временные Дневные
Назначение	Круглосуточного действия Трассовые
Расположение на трассах	Аэродромы применения авиации в народном хозяйстве Основные и запасные
Вид покрытия	Аэродромы с искусственными покрытиями Групповые

Таблица 6.3 – Классификация аэродромов в аэропортах

Класс аэропорта	Класс аэродромов	Класс аэропорта	Класс аэродромов
I	А	IV	Г
II	Б	V	Д
III	В	неклассифицированный	Е

6.4. Требования к участкам расположения аэродромов и задачи изысканий

Задачей выбора участка и инженерных изысканий для строительства нового аэродрома (аэропорта) является изучение природных и хозяйственных условий участка и получение исходных данных, обеспечивающих разработку технически обоснованных и экономически целесообразных решений при размещении, проектировании и строительстве аэродрома. К участку расположения аэродрома предъявляется ряд специфических требований, по которым при сравнении вариантов делается окончательный выбор.

1. Для обеспечения безопасной работы аэропорта его аэродром должен быть удален от соседних аэродромов (если последние не могут быть закрыты или перенесены на другое место) на расстояние, устанавливаемое действующими республиканскими и ведомственными нормами проектирования.

2. На территории, расположенной в пределах полос воздушных подходов аэродрома, ограничивается наличие естественных и искусственных высотных препятствий, высоковольтных линий и электропередач, складов горючих и взрывчатых веществ, населенных пунктов и других мест скопления людей.

3. Участок для строительства нового аэродрома следует располагать, как правило, на землях, не пригодных как для сельскохозяйственного использования, так и для промышленного применения (наличие полезных ископаемых, подрабатываемые территории и др.).

4. Наличие благоприятных почвенно-грунтовых и гидрогеологических условий участка.

5. Рельеф участка должен допускать по возможности устройство аэродрома без значительных объемов земляных работ, однако в ряде случаев объем земляных работ не является решающим аргументом при выборе участка.

6. Обеспеченность участка местными строительными материалами (песком, гравием, песчано-гравийной смесью).

7. Обеспеченность участка инженерными коммуникациями – водой, электроэнергией, связью, наличие подъездных железных и автомобильных дорог.

8. Кроме специальных требований по размещению площадки аэродрома относительно городской застройки, следует учитывать вредное воздействие авиационного шума и располагать аэродром так, чтобы трассы полетов самолетов проходили возможно дальше от населенных пунктов, зон отдыха, других мест массового скопления людей (детские сады, санатории и др.).

9. Выбранный участок аэродрома (аэропорта) должен обеспечивать, как правило, перспективу дальнейшего развития авиапредприятия.

10. В связи с введением автоматизированных систем посадки большое значение приобретает рельеф аэродрома; он должен по возможности быть ровным в пределах летной полосы.

11. Одним из обязательных требований к размещению аэродрома является ориентация оси летной полосы по направлению преобладающих ветров.

6.5. Организация изыскательских работ

Изыскательские работы производят специализированные организации (тресты инженерных изысканий) или отдельные отделы изысканий проектных институтов.

Инженерные изыскания выполняют по программе работ, составляемой изыскательской организацией, на основании технического задания заказчика в соответствии с требованиями СНБ [1] и других нормативных документов по инженерным изысканиям для строительства.

Техническое задание на изыскания составляют с учетом требований СНБ, стадии проектирования. Оно должно отражать полный комплекс исходных данных, необходимых для проектирования.

Изыскательские работы включают три периода: подготовительный, полевой и камеральный.

В подготовительный период производят сбор, изучение и обобщение необходимых данных по району изысканий, составление программ и смет, оформление договоров на изыскания, создание полевых подразделений, получение разрешений на производство топографо-геодезических и инженерно-геологических работ. Сбор материалов инженерных изысканий производят в исполкомах местных советов депутатов трудящихся, проектно-изыскательских и изыскательских организациях, а также:

– по инженерно-геологическим работам – в территориальных геологических фондах Министерства геологии РБ;

– по инженерно-гидрогеологическим работам – в органах Государственного фонда гидрометеорологических материалов Государственного комитета по гидрометеорологии и контролю природной среды.

Инженерные изыскания на территории областей, городов и поселков производятся при наличии разрешений, выдаваемых в установленном порядке исполкомами местных советов депутатов трудящихся, органами Главного управления геодезии и картографии. Разрешение на право производства изыскательских работ оформляется заказчиком или по его заданию организацией, проводящей изыскания.

Проведение инженерно-геологических изысканий подлежит обязательной регистрации в соответствии с «Инструкцией о государственной регистрации работ по геологическому изучению недр». В полевой период выполняются предусмотренные программой полевые работы и часть камеральных и лабораторных работ, необходимых для обеспечения контроля полноты и точности производства полевых работ. В камеральный период производится окончательная обработка и оформление результатов полевых работ, и их выпуск в виде отчетов, результатов испытаний, чертежей и т.д.

6.6. Выбор участков для строительства аэродромов

Решение о проектировании и строительстве (или реконструкции) предприятий и сооружений гражданской авиации, в том числе аэродромов, должно приниматься исходя из схем развития и размещения соответствующих отраслей народного хозяйства и промышленности. А также схем развития и размещения производительных сил на основе технико-экономических обоснований (ТЭО), разработанных с учетом указанных схем и подтверждающих экономическую целесообразность и хозяйственную необходимость проектирования и строительства предприятий и сооружений гражданской авиации. Выбор участка для строительства нового или реконструкции действующего аэропорта входит в комплекс работ, выполняемых на стадии разработки ТЭО по данному объекту при подготовке задания на проектирование.

Основанием для производства выбора участка являются: утвержденный план проектно-изыскательских работ; задание заказчика на разработку ТЭО, составленное и утвержденное в установленном порядке; договор, заключенный проектной организацией с заказчиком, принятый к финансированию.

Выбор участка предшествует комплексу работ, выполняемых для технического проекта, и производится в следующей последовательности: подготовительные работы; рекогносцировка района изысканий и сбор сведений; обследование намеченных участков; выбор участка; согласование и утверждение выбранного участка.

Подготовительные работы. Подготовительные работы выполняет главный инженер проекта и начальник изыскательской партии (отряда) до выезда на изыскания.

В объем подготовительных работ входят: изучение задания заказчика и уточнение всех вопросов, возникающих в процессе этого изучения; сбор и изучение материалов по району изысканий; составление технического задания на производство изыскательских работ по выбору нового участка или реконструкцию существующего аэропорта.

В процессе подготовительных работ собирают и изучают следующие материалы: карты района изысканий 1:25 000–1:200 000; метеоданные района, в том числе данные о ветровом режиме в районе изысканий, с выделением сведений при условиях плохой видимости. Данные о почвенно-грунтовых и гидрологических условиях района; данные о существующих в районе изысканий аэродромах МГА, других ведомств; данные о районной планировке населенного пункта с перспективой его развития.

На карту района изысканий наносят все перечисленные данные, а также все варианты возможного расположения участка аэропорта.

Рекогносцировка района изысканий. По прибытии в район изысканий главный инженер и начальник изыскательской партии (отряда) обязаны информировать местные органы власти о цели изысканий, а также заручиться их содействием в производстве работ. В местных организациях собирают дополнительные сведения и картографические материалы, выясняют характер и перспективу застройки в районе предполагаемых участков, высотные препятствия и другие данные, характеризующие район изысканий.

Все полученные новые сведения отражают на карте района изысканий.

Наземная рекогносцировка района изысканий заключается в осмотре и обследовании вариантов участков, намеченных по карте. В процессе наземной рекогносцировки уточняют имеющийся в наличии картографический материал на данный участок, а в случае его отсутствия составляют кроки рекогносцировки участков в масштабе 1 : 10000–1 : 25 000.

Одновременно производят описание каждого намеченного к обследованию участка с указанием угодий, границ землепользования, почвенно-грунтовой характеристики, затапливаемости, заболоченности, рельефа, возможных размеров летной полосы и ее планового расположения, воздушных подходов и т. п. Определяют ориентировочный объем работ по освоению участка и все другие данные, предусмотренные анкетой.

Из всех намеченных вариантов участков выбирают основной и один-два конкурентно способных, которые подлежат специальному обследованию и, кроме того, уточняют следующие данные:

- наилучшее размещение летных полос и служебно-технической территории (воздушные подходы, объем земляных работ, перспектива расширения) и т.п.;
- условия размещения средств посадки;
- границы выбранных земельных участков наносят на план землепользования;
- по каждому варианту определяют общую площадь участков и состав их по угодьям, кроме того, на плане указывают земли, которые будут осваиваться или улучшаться взамен изымаемых сельхозугодий;
- условия отвода (компенсация и др.);
- ветровой режим, наличие и характеристика микроклимата;
- почвенно-грунтовые и гидрогеологические данные о заболоченности и затапливаемости;
- наличие, качество, запасы и условия получения местных строительных материалов (ориентировочно).

В результате рекогносцировки в районе изысканий и дополнительного подробного обследования лучших участков представляют:

- карту района изысканий со всеми данными;
- план землепользования с нанесением границ участков;
- справку территориального геологического управления и госгортехнадзора об отсутствии на выбранном участке полезных ископаемых, а при наличии – разрешение органов Госгортехнадзора на застройку этого участка;
- графики полос воздушных подходов по конкурентоспособным вариантам;
- анкеты установленной формы на конкурентные варианты;
- материалы обследований и другие данные по лучшим участкам;
- сравнительную ведомость, характеризующую по каждому варианту состояние воздушных подходов, ветровую загрузку полос, расстояние от центра города, объем работ по освоению участка; протяженность необходимых подъездных дорог и линий инженерных коммуникаций.

6.7. Сопоставление вариантов и выбор окончательного места расположения аэродрома

Окончательное сравнение обследованных вариантов и выбор основного участка производится на месте специальной комиссией, в состав которой входят представители заказчика, проектной организации и других заинтересованных ведомств. Комиссия тщательно изучает представленные материалы, осматривает в натуре лучшие участки и принимает решение, которое оформляется специальным актом.

Выбранный участок под строительство нового или реконструкцию существующего аэропорта должен быть согласован:

- областным или краевым исполкомом совета депутатов трудящихся;
- начальником территориального управления гражданской авиации, Госгортехнадзором;
- специализированными учреждениями, на территории которого расположен выбранный объект.

По окончании согласований акт выбора участка нового аэропорта или реконструкции существующего должен быть утвержден:

- на аэропорты I–II классов – территориальным управлением ГА по его поручению;
- на аэропорты IV–V классов, если строительство аэропорта осуществляется начальником управления ГА, на территории которого изыскан участок. Если строительство аэропорта осуществляется за счет местного бюджета, то акт выбора утверждается руководством областного (краевого) исполкома или ведомства заказчика.

ГЛАВА 7. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ И ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗЫСКАНИЯ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ АЭРОДРОМОВ

7.1. Задачи и методы инженерно-геологических и гидрогеологических изысканий

Задачей инженерно-геологических и гидрогеологических изысканий (ИГИ и ГГИ) аэродромов [13] является комплексное изучение природных условий участка аэродрома и получения данных, необходимых для технически правильного, экономически целесообразного решения основных вопросов проектирования, строительства и эксплуатации аэродрома, а также составления прогноза изменения окружающей природной среды под влиянием производственной деятельности аэропорта.

Указанные данные необходимы для решения следующих задач:

- проектирования перемещения земляных масс с учётом сохранения растительного слоя, пригодности перемещаемых грунтов для создания насыпей, устойчивости грунтов от размывания и выветривания;
- проектирования мероприятий по созданию дернового покрова;
- оценки геологического строения и геологических процессов, ограничивающих использование участка или требующих специальных мероприятий;
- определения физико-механических свойств грунтов для расчёта прочности аэродромных покрытий;
- получения сведений о наличии и режиме грунтовых вод для проектирования дренажных и водоотводящих сооружений;
- получения сведений о резерве грунта и карьерах строительных материалов;
- составления прогноза изменения инженерно-геологических и гидрогеологических условий (ИГУ и ГГУ) при введении в эксплуатацию сооружений аэропорта. При изысканиях аэродромов используются следующие методы:
- сбор, изучение и обобщение данных о природных условиях участка изысканий по литературным и архивным материалам;
- инженерно-геологическая рекогносцировка участка аэродрома;
- инженерно-геологическая съёмка;
- почвенное и ботаническое обследования;
- инженерно-геологическая разведка; гидрогеологические изыскания;
- разведка резервов грунта для создания насыпей;
- сбор материалов о карьерах строительных материалов;
- камеральные работы;
- контрольные инженерно-геологические работы;
- документация строительных выемок, насыпей и котлованов.

7.2. Состав и объем инженерно-геологических и гидрогеологических работ при изысканиях аэродромов

При выборе участка аэродрома производятся следующие виды работ: по литературным, архивным и картографическим материалам для выяснения природных условий района изыскания собирают и обобщают сведения о кли-

мате, рельефе и геоморфологии, геологическом строении, ГГУ и физико-геологических явлениях.

На выбранных вариантах участка расположения аэродрома для выявления строения грунтов и ГГУ закладывают одиночные геологические выработки (прикопки, расчистки, шурфы и скважины), на основании которых дается оценка о степени пригодности участка для проектируемого строительства.

Изыскания для технического проекта

На стадии технического проекта известно только положение ВПП. В связи с этим производят только площадные изыскания на участках ВПП. В соответствии с техническим заданием на производство инженерных изысканий для получения данных, необходимых для составления технического проекта аэродрома, производится детальное изучение и сбор литературных материалов и материалов по району расположения участка аэродрома. Это производится с целью выяснения: климата района, геоморфологии, геологического строения и ГГУ, почв и растительности, физико-геологических процессов, данных о наличии карьерных строительных материалов.

На основании анализа собранных материалов, технического задания и действующих нормативных документов составляют программу на производство инженерно-геологических и гидрогеологических изысканий, производят отбор соответствующего оборудования и инструмента для производства работ и формируют состав изыскательской партии.

На месте проектируемого объекта и в местных организациях (изыскательских проектных, научно-исследовательских, строительных и других) дополнительно собирают данные по опыту местного строительства и практикуемых способах производства работ.

Необходимая инженерно-геологическая съемка (ИГС) масштаба 1 : 10000 производится на топооснове масштаба 1 : 5000. Осуществляется также почвенное обследование для составления проекта задерживания и земляных (планировочных) работ.

Инженерно-геологическая разведка (ИГР) участка строительства на этой стадии производится путем проходки разведочных выработок. Для изучения геологического строения участка, сложения и состава грунтов на участке аэродрома закладывают разведочные выработки с учетом рельефа и микрорельефа мест предполагаемых выемок и насыпей, мест смены растительного и почвенного покрова. При простых геологических условиях разведочные выработки (скважины и шурфы) закладывают ориентировочно по сетке 200X200 м. При сложных условиях расстояние между выработками сокращается.

Глубина разведочных выработок определяется глубиной зоны влияния на грузок от самолетов на естественное основание и ориентировочно составляет 3–4 м. Часть разведочных выработок доводится до 6–10 м. На ВПП дополнительно закладывают разведочные выработки в шахматном порядке в 5–10 м от края взлетно-посадочной полосы (ВПП). Расстояние между выработками принимают примерно равным 200 м.

При необходимости допускается уменьшение указанного расстояния, особенно при изысканиях в сложных геологических условиях. Для более детально-

го выделения горизонтов грунтов и почв и их инженерно-геологического опробования ориентировочно 25–30% от общего количества закладываемых разведочных выработок должны составлять шурфы (рис. 7.1).

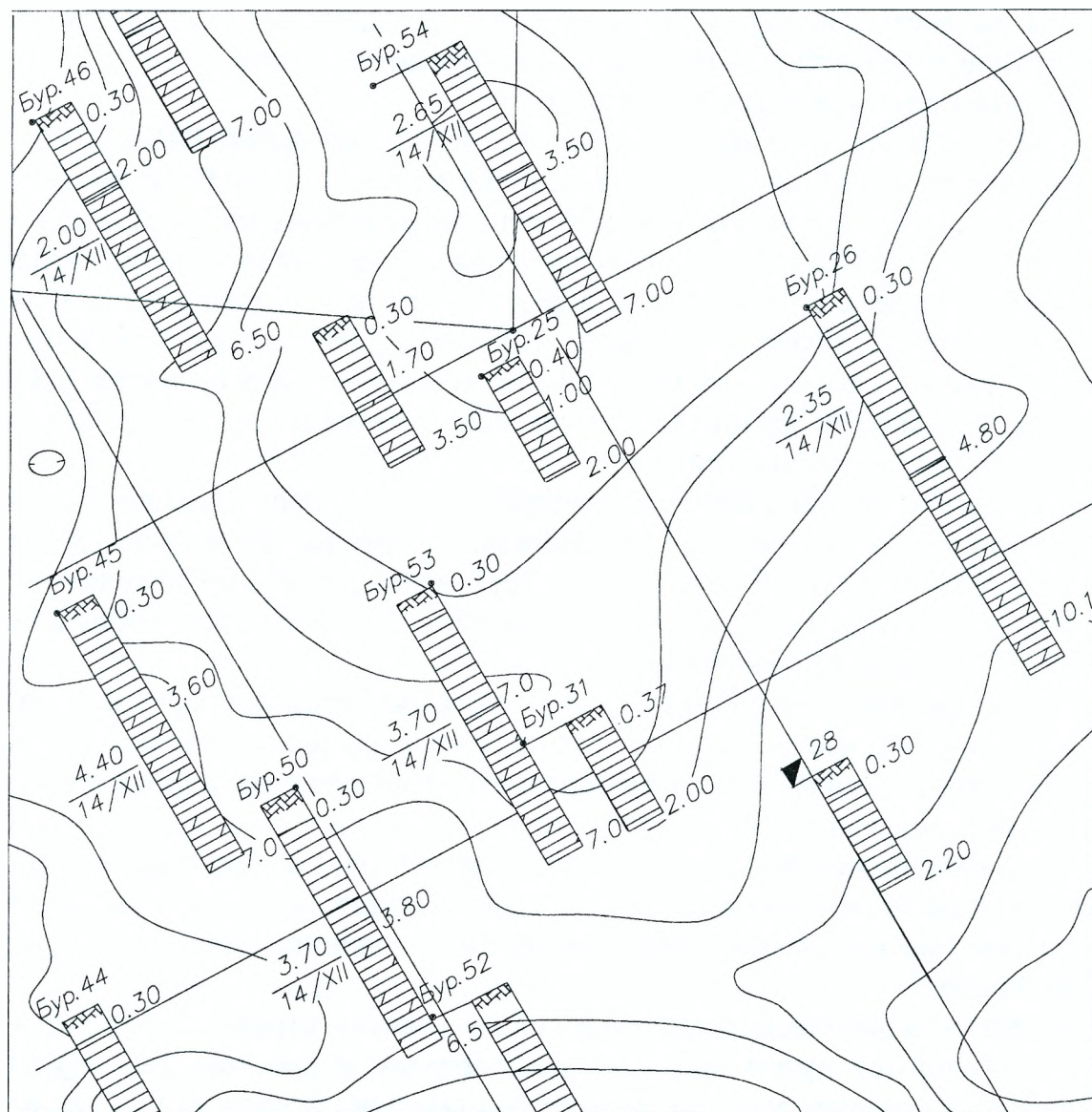


Рисунок 7.1 – Схема закладки шурфов

На участках и трассах светосигнального оборудования, радионавигации, средств посадки и управления воздушным движением с учетом их назначения и конструкции закладывают соответствующие разведочные выработки, производят опробование грунтов и гидрогеологические работы. Разведочные работы на этих сооружениях выполняют аналогично работам под объемные здания и линейные сооружения.

Для определения физико-механических и химических свойств грунтов и почв, изучения их закономерности распространения и прогноза возможных изменений в период строительства и эксплуатации аэродромных сооружений отбирают пробы грунтов и почв. Наиболее детально опробуют горизонты, на которых сказывается наибольшее влияние от нагрузок самолетов, а также горизонты, ока-

ывающие наибольшее влияние на несущую способность и устойчивость аэродромного покрытия, т.е. расположенные ниже дна корыта ВПП на глубину 3,0–5,0 м с построением геологической колонки или разреза (рис.7.2).

При наличии в районе участка расположения аэродрома рек и водоемов, могущих вызвать периодическое подтопление и затопление участка, дополнительно собирают данные о вероятных уровнях и длительности затопления.

Скорость движения грунтовых вод определяют методом наблюдения за изменением цвета или состава воды от загрузочной скважины к наблюдательной скважине, расположенных вдоль грунтового потока.

Коэффициент фильтрации грунтов находится путем измерения скорости грунтового потока, а также проведения опытных откачек из шурфов или лабораторным методом. Путем наблюдения за косвенными признаками (пятнами оголения и т.п.) организации кратковременного наблюдения или стационарных наблюдений по отдельным скважинам определяют колебания уровней воды по сезонам года. Дополнительно устанавливают источники питания водоносных горизонтов и их связи с открытыми водоёмами. Для определения коррозионности воды по отношению к оболочкам кабелей и агрессивности к бетону отбирают пробы воды на химический анализ.

Скв. №4



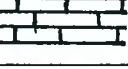

Индекс	№ слоя	Глубина подошвы слоя, м	Мощность слоя, м	Описание грунтов	Усл. обозначения	Уровень воды, м
Q	1	0.30	0.30	Растительный слой глинистый, темно-серый, тугопластичный, с корнями растений		Воды нет
	2	0.70	0.40	Глина буровато-коричневая, среднеплотная тугопластичная		"
	3	1.00	0.30	Глина мергелистая, красновато-коричневая, тугопластичная		1,8
P2t	4	2.00	1.00	Мергель глинистый, средней крепости, с прослойками глины		

Рисунок 7.2 – Пример оформления разреза шурфа

Обеспечение строительства аэродрома резервом грунта осуществляется путем выбора земельного участка для организации карьера, расположение которого должно быть согласовано с местными органами.

На участке карьера на предлагаемую глубину выборки грунта закладывают разведочные выработки с размещением в плане по сетке 50x50 – 100x100 м.

Путем отбора проб и их испытаний определяют физические свойства грунтов: процент засоленности, состав солей, коэффициент стандартного уплотнения. Пробы отбирают из каждого горизонта или через 1 м по глубине. Общее количество проб назначают из расчета одна проба на 5 тыс. м³ грунта.

Для обеспечения объекта карьерными материалами для строительства аэродромных искусственных покрытий изыскательская партия совместно с заказчиком и подрядной строительной организацией согласовывает карьеры для получения необходимых материалов и составляет транспортную схему их доставки на участок строительства аэродрома.

На основании выполненных полевых изысканий, лабораторных исследований и результатов их обработки составляют отчет об инженерно-геологических и гидрологических изысканиях участка аэродрома.

Отчет должен включать следующие разделы: введение, климатические характеристики, рельеф и геоморфология, гидрографическая сеть, геологическое строение, характеристика почв и растительности, литологическое строение, физико-механические свойства грунтов, гидрогеологические условия, физико-геологические процессы и явления, резерв грунта и карьерные строительные материалы, опыт местного строительства, выводы.

К отчету прилагается следующий графический материал: инженерно-геологическая карта, литологическая карта, карта растительности и угодий, и гидрологическая карта, схема распределения карьеров резерва грунта и строительных материалов, литологические профили, резервы разведочных выработок.

Кроме того, к отчету прилагаются данные лабораторных испытаний грунтов и другие полевые материалы изысканий.

7.3. Изыскания для стадии рабочих чертежей

ИГИ и ГГИ для стадии рабочих чертежей проводят на площади и в объеме, обеспечивающих проектирование аэродромных сооружений по принятому варианту планировки и их конструктивному исполнению. Для этих целей к ранее выполненным изысканиям, например, на ВПП с учетом ее размера и конструкции покрытия при необходимости закладывают дополнительные разведочные выработки и проводят гидрологические исследования с целью уточнения строения грунтов, их физико-механических свойств и гидрологических условий. На РД, МС и перроне проводятся ИГИ и ГГИ в составе и объеме, аналогичных изысканиям ВПП для стадии технического проекта.

По трассам нагорных канав, дренажей и отвода поверхностных вод и искусственных покрытий с учетом их конструкции закладывают разведочные выработки на расстоянии 200 – 300 м, отбирают пробы грунтов и производят дополнительные гидрологические изыскания. На участках и трассах светосигнального оборудования, радионавигации, средств посадки и управления воздушным движением при необходимости проводят дополнительные исследования. При необходимости уточняют отдельные вопросы по обеспечению проектируемого строительства резервом грунта и карьерными строительными материалами. В результате проведенных изысканий представляют отчет с соответствующими графическими приложениями.

В простых ИГУ и ГГУ и достаточной полноте изысканий для технического проекта дополнительные инженерно-геологические и гидрологические изыскания для стадии рабочих чертежей не обязательны.

При очень сложных ИГ и ИГГ условиях обычно возникает потребность контроля и уточнения отдельных вопросов в период строительства. В связи с этим проводят контрольные работы по особой программе.

7.4. Инженерно-геологические изыскания в особых условиях

К особым условиям обычно относят районы распространения специфичных по составу, состоянию и свойствам грунтов, т. е. просадочных, засоленных, набухающих, заторфованных, многолетнемерзлых и др. видов грунтов. Сюда же относятся также районы распространения особых физико-геологических процессов (карста, оползней, сейсмики), опасности подтопления и обрушения берегов паводковыми водами и т. д. При изысканиях следует учитывать специфику изысканий, связанную с особенностями этих грунтов, и пользоваться соответствующей специальной литературой и инструкциями. Ниже приведены особенности проведения инженерно-геологических изысканий в особых условиях.

Районы распространения просадочных грунтов.

Проходка разведочных выработок производится «всухую».

Глубина выработок определяется мощностью просадочной толщи в основании сооружений (до подстилающего слоя или уровня грунтовых вод) с учетом необходимости изучения мощности и физико-механических свойств подстилающих грунтов. Отбор образцов и монолитов осуществляется без нарушения их естественной структуры и плотности.

Определяют относительную величину просадки, начальное просадочное давление, состав и соединение легкорастворимых солей, содержание гумуса и показатель рН среды. Дается прогноз величины просадок грунта.

Уточняют границы просадочных грунтов с подразделением их по интенсивности просадочных явлений. Собирают данные о наличии деформаций близ расположенных зданий и сооружений и о роли в этих деформациях просадочных явлений и причинах просадок.

Районы распространения засоленных грунтов.

Проходка разведочных выработок производится всухую. Глубина выработок определяется величиной сжимаемой толщи грунтов в основании сооружения с учетом необходимости изучения всей толщи засоленных грунтов. Места заложения выработок должны учитывать особенности проектируемых сооружений и обязательно включать участки максимального и минимального заложения. Оценивают вид, степень и глубину залегания, характер водного режима грунта и соленакопления.

Отбор проб на водные и солено-кислые вытяжки производится чаще и может быть рекомендован с глубины 0-5 см; 5-10; 20-40; 40-70; 70-100; 100-150 см и далее через 0,5 м до уровня грунтовых вод.

Определяют величину суффозионной осадки, дают прогноз изменения гидрогеологических и гидрохимических условий в процессе строительства и эксплуатации аэродрома. Уточняют границы засоленных грунтов с подразделением их по виду и интенсивности.

Районы распространения набухающих грунтов.

Проходка разведочных выработок производится в сухую. Глубина выработок зависит от размеров сжимающей толщи, но должна быть не менее размера зоны набухающих грунтов.

Определяют относительное набухание, давление набухания, влажность набухания и относительную усадку при высыхании грунта. Выясняют границу распространения набухающих грунтов.

Районы распространения заторфованных грунтов и торфяников.

Опорные выработки должны заглубляться в подстилающие грунты не менее чем на 1-2 м. В связи с большой неоднородностью заторфованных грунтов количество выработок должно быть увеличено.

На заболоченных и заторфованных участках производится зондирование по сетке 40x40 м в пределах площади аэродрома и по сетке 100x100 м за его пределами. Дается описание заболоченных и заторфованных грунтов и торфа: количество пней, тип болота, мощность, ботанический состав, степень разложения, степень водонасыщения, плотность, компрессионные свойства, характеристика минерального дна.

Выявляют условия питания заболоченных и заторфованных участков и связь с режимом грунтовых вод и открытых водоемов. Определяют степень и границы заторфованности и составляют карту мощности заболоченных и заторфованных грунтов.

Районы распространения физико-геологических процессов.

В районах развития физико-геологических процессов необходимо выполнить прогноз развития таких процессов на период строительства и эксплуатации проектируемых сооружений. Так, при наличии на участке карстовых явлений разведочные выработки следует назначать с учетом результатов геодезических работ. Глубину выработок назначают с учетом возможного влияния карста на сооружения. При этом следует определить растворимость и скорость карстующих грунтов, свободной углекислоты, агрессивной углекислоты и показателя рН, фиксировать провалы инструмента в скважинах, характер циркуляции и поглощения промывочной жидкости при бурении.

В районах развития оползней выработки следует закладывать по створам, пересекающим оползневой склон по линии максимального уклона, и охватывать все характерные элементы рельефа. Глубина выработок определяется необходимостью вскрытия ложа оползня. Следует оценить величины прочностных и деформативных свойств грунта в зависимости от нагрузки и влажности.

В районах повышенной сейсмической активности определяют изменение свойств грунтов под действием динамических нагрузок.

В районах развития подтопления определяют динамику влажности грунтов, производят наблюдения за уровнем грунтовых вод, их агрессивности, количественный прогноз подтопления и изменения свойств грунтов при их полном водонасыщении.

В районах перемещающихся водоемов выработки закладываются по створам, ориентированным нормально к берегу. Глубину скважин определяют их положением над урезом воды и глубиной залегания ослабленных зон (легко размываемых или малопрочных грунтов).

ГЛАВА 8. СОДЕРЖАНИЕ ЗАДАНИЯ И СОСТАВЛЕНИЕ ОТЧЕТА ПО ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИМ ИССЛЕДОВАНИЯМ

8.1. Содержание задания на инженерно-геологические изыскания

Форма технического задания на комплексное выполнение инженерных изысканий автомобильной дороги дано в ТПК45-1.02-233-2011 [2] (приложение А). Форма технического задания на комплексное выполнение инженерных изысканий дано в [2] (приложение В). Содержание задания на ИГИ для различных сооружений нормируется и регламентируется нормами [1] (приложение Э). Сюда входят:

1. Наименование объекта, характеристика строительства (новое, реконструкция, расширение, техническое перевооружение).
2. Местоположение и границы района, пункта, площадки, участка, трассы, их конкурентных вариантов.
3. Заказчик, его ведомственная принадлежность.
4. Проектная организация - генеральный проектировщик (иная организация, предприниматель), выдающая техническое задание.
5. Стадия проектирования.
6. Техническая характеристика объекта:
 - виды и назначение зданий и сооружений, номер по экспликации;
 - класс ответственности зданий и сооружений и др.;
 - конструктивные особенности зданий и сооружений, материал, чувствительность к неравномерным осадкам и др.;
 - этажность, габариты – длина, ширина, высота, диаметр резервуаров – канализационных насосных станций и т.п., протяженность трасс коммуникаций и др.;
 - предполагаемые (намечаемые) типы фундаментов, их размеры, шаг опор, глубина заложения, абсолютная отметка нуля, низа свайного ростверка, наличие и глубина подвалов и технологических приямков;
 - предполагаемые (намечаемые) нагрузки на фундаменты (ленты, опоры, плиты, колонны каркаса, сваи, кусты свай и др.), вес дымовых труб, резервуаров и др.;
 - предполагаемые (намечаемые) удельная нагрузка на грунт, глубина погружения (длина) свай и др.;
 - наличие динамических нагрузок и агрессивных сред;
 - предстоящие изменения конструкций и нагрузок на фундаменты, условия эксплуатации зданий и сооружений и результаты наблюдений (сведения) за их деформациями, сведения о проводившихся реконструкциях, технической мелиорации грунтов;
 - возраст и технология образования искусственных грунтов (насыпных, намывных, уплотненных и др.), формирования промышленных отходов в накопителях; сведения (данные) о составе и другие характеристики исходных грунтов (веществ), результаты геотехнического контроля;

– необходимость устройства подушек и грунтовых свай с оценкой степени однородности, плотности, максимальной плотности, водопроницаемости, химического состава, и других свойств грунтов;

– прочие сведения.

7. Сведения данные о воздействии проектируемых объектов на геологическую или природную среду, рациональном природопользовании, мероприятиях по охране окружающей среды, в том числе об инженерной защите территорий и сооружений от опасных геологических процессов.

8. Сведения о ранее выполненных изысканиях (исследованиях), местонахождение материалов.

9. Требования к составу данных, точности, достоверной вероятности и обеспеченности расчетных характеристик.

10. Дополнительные требования к изысканиям и материалам отчета.

11. Сроки представления промежуточных материалов и отчета, количество экземпляров,

12. Фамилия, имя, отчество, телефон, факс представителя заказчика.

13. Приложения: топографические планы, генеральные планы, карты, схемы с указанием границ районов, пунктов, площадок, участков, полос трасс, контуров существующих и проектируемых зданий и сооружений и другая техническая документация, необходимая для обоснованного определения состава изысканий, видов, объемов и методов работ.

8.2. Содержание задания

на инженерно-гидрометеорологические изыскания

Наименование объекта, характеристика строительства

(новое, реконструкция, расширение, техническое перевооружение).

Местоположение и границы района, пункта, площадки, Участка, трассы, их конкурентных вариантов. Заказчик, его ведомственная принадлежность. Проектная организация – генеральный проектировщик (иная организация, принимающая), выдающая техническое задание. Стадия проектирования.

Вид сооружений, класс ответственности. Сведения о ранее выполненных изысканиях (исследованиях), местонахождение материалов. Сведения о намечаемых видах инженерных изысканий. Требования к составу данных, обеспеченности расчетных характеристик. Дополнительные требования к изысканиям и материалам отчета. Сроки представления промежуточных материалов и отчета, количество экземпляров.

Фамилия, имя, отчество, телефон, факс ответственного представителя заказчика.

Приложения: картосхема района работ с указанием границ района (пункта, площадки, участка, трассы) и пунктов наблюдений.

8.3. Состав и содержание отчета (заключения)

об инженерно-гидрометеорологических изысканиях

Текст отчета (заключения) должен содержать следующие разделы и сведения.

Введения – основание для проведения изысканий, местоположение района (пункта, площадки, участка, трассы), сведения и данные по проектируемому

объекту, состав изысканий, их задачи, период (время) проведения, изменения программы изысканий, состав исполнителей. Природные условия района – климат, рельеф, гидрография, гидрометеорологические процессы и явления и др.

Гидрометеорологическая изученность – имеющиеся материалы, их оценка и обоснование возможности использования. Состав, объем и методы работ – характеристика работ, методов исследований с необходимыми ссылками на нормативные документы. Результаты изысканий, анализ результатов работ, оценка гидрологического режима (климатических условий) за период работ.

Расчетные характеристики – методы их определения, исходные данные для расчетов, при необходимости – методы (способы) их получения; достоверность расчетов оценка гидрометеорологических условий объекта, Требуемые расчетные знания характеристик.

Выводы – основные выводы о гидрометеорологических условиях объекта, достаточности материалов для проектных решений, рекомендации по инженерной защите, охране природной среды, дальнейшему проведению изысканий, необходимости специальных работ и следований.

Список использованной литературы – публикации, фондовые и архивные материалы, использованные при проведении изысканий и составлении отчета.

Структура отчета – (количество и наименование разделов и подразделов) должна устанавливаться в зависимости от конкретных задач изысканий, объема и содержания материалов. В случае применения нестандартных методов работ (исследований) необходимо с достаточной полнотой характеризовать методику исследований и интерпретацию данных со ссылками на источники информации и фактический материал в разделах или выделять раздел «Методы работ (исследований)». При развитии опасных гидрометеорологических процессов и существенном влиянии на проектные решения, их характеристику следует приводить в специальном разделе.

Текстовые и графические приложения должны включать программу (предписание) изысканий с копией задания заказчика, обзорную карту с границами района, пункта, площадки, участка, трассы, их вариантов, пунктов наблюдений, табличные и графические материалы с результатами работ и исходными данными для расчетов.

8.4. Состав и содержание отчета (заключения) об инженерно-геологических изысканиях

8.4.1. Изыскания для архитектурного проекта

Текст отчета (заключения) должен содержать следующие разделы и сведения:

Введение – где указывается основание для проведения изысканий, местоположение района (пунктов, площадок, участков, трасс, их вариантов), а также сведения и данные по проектируемому объекту. Здесь же указываются технические характеристики зданий и сооружений, задачи изысканий, состав изысканий, виды и объемы работ, методы испытаний и исследований, период (время) их проведения, изменения программы изысканий, состав исполнителей.

Изученность инженерно-геологических и инженерно-геоэкологических условий – назначение и границы территорий ранее выполненных изысканий (исследований), организации-исполнители, время проведения и основные результаты работ, возможность их использования, сведения об использовании территорий, опыт местного строительства, включая характер и причины установленных деформаций оснований, зданий и сооружений.

Физико-географические условия – геоморфологические условия, рельеф, гидрографическая и климатическая характеристики. *Геологическое строение и гидрогеологические условия* – геолого-стратиграфический разрез, сейсмотектонические условия, генетические типы отложений, классификация грунтов, условия их распространения, геологические процессы и явления.

Физико-механические свойства грунтов – характеристика состава, состояния, физических и механических свойств грунтов, их пространственной изменчивости.

Инженерно-геологические условия – инженерно-геологическое районирование территорий с обоснованием и характеристикой выделенных на инженерно-геологической карте районов, участков; характеристика природных условий каждого пункта; при изысканиях в конкурентных пунктах – с обоснованием выбора оптимального или альтернативных, а в их пределах – конкурентных площадок с обоснованием. То же – при изучении вариантов, выделении и выборе полос трасс линейных сооружений. Рекомендации инженерно-геологического характера по учету при выборе пункта (площадки, полосы трассы) и проектировании факторов, ограничивающих или осложняющих условия строительства и эксплуатации объектов; возможных изменений геологической или природной среды, в том числе геоэкологических условий, под воздействием строительства и эксплуатации зданий и сооружений, по инженерной защите и инженерной подготовке территории.

Выводы – основные выводы и рекомендации, необходимые для принятия проектных решений, по проведению дальнейших изысканий, специальных работ и исследований.

Список использованных материалов – публикации, фондовые и архивные материалы, использованные при проведении изысканий и составлении отчета.

Структура отчета устанавливается в зависимости от конкретных задач изысканий, объема и содержания материалов. Так, при определяющем или существенном влиянии на проектные решения отдельного или ряда факторов следует выделять разделы: «Сейсмотектонические условия», «Инженерно-геологические процессы», «Гидрогеологические условия», «Инженерно-геоэкологические условия», «Месторождения строительных материалов». Текстовые приложения отчета (заключения) должны содержать:

- программу изысканий (предписание на изыскания) с копией задания;
- документацию точек наблюдений при инженерно-геологической рекогносцировке и съемке, журналы документации выработок и другие;
- таблицы результатов полевых и лабораторных исследований грунтов и вод, стационарных наблюдений;

– каталог координат и высот точек наблюдений и, при необходимости, другие материалы.

При наличии специфических грунтов или опасных геологических процессов включаются требования, изложенные в [2] п.п. 6.7 и 6.8

Графические приложения отчета (заключения) должны содержать:

1) карты фактического материала, инженерно-геологическую карту с районированием территорий, при необходимости – гидрогеологические и геоэкологические карты (характер и интенсивность загрязнений и др.);

2) инженерно-геологические, геофизические, при необходимости – гидрогеологические разрезы или колонки опытных и наблюдательных скважин (шурфов);

3) графики зондирования, пенетрационного каротажа, других полевых работ и лабораторных работ, определений, исследований, наблюдений, измерений и др.

При изысканиях для линейных сооружений вместо инженерно-геологической карты полосы трассы допускается прилагать инженерно-геологические разрезы по оси трассы и поперечникам, выкопировки из имеющихся геологических, гидрогеологических и других карт и указанные выше колонки, графики.

8.4.2. Изыскания для строительного проекта

Текст отчета (заключения) дополнительно к 8.4.1 должен содержать следующие сведения и данные.

В разделе «Геологическое строение и гидрогеологические условия» приводится описание выделенных инженерно-геологических элементов и условий их залегания. Характеризуются гидрогеологические условия в сфере взаимодействия проектируемых объектов с геологической средой, включая режим подземных вод, оценку подтопляемости территории и, при необходимости, данные для составления прогноза изменения гидрогеологических условий, результаты гидрогеологических расчетов (в соответствии с задачами изысканий) и др.

Приводится оценка гидрохимических условий и тенденции их изменений при строительстве и эксплуатации объекта, характера возможного воздействия вод на материал подземных конструкций с рекомендациями по инженерной защите, а также по продолжению или организации стационарных гидрохимических наблюдений.

При необходимости, вводится или дополняется раздел «Инженерно-геоэкологические условия». В разделе «Физико-механические свойства грунтов» для каждого выделенного инженерно-геологического элемента приводятся нормативные и расчетные характеристики грунтов с учетом возможного их изменения при строительстве и эксплуатации объекта.

Детально характеризуются результаты исследований специфических грунтов, на участках склоновых процессов, развития карста и др.

В разделе «Инженерно-геологические условия» детализируется районирование территории, оценивается активность и опасность геологических (инженерно-геологических) процессов, приводятся рекомендации инженерно-геоло-

гического характера по выбору типов оснований и фундаментов, расположению зданий и сооружений, инженерной защите, охране геологической или природной среде.

Текстовые и графические приложения отчета (заключения) составляются с дополнением соответствующими материалами и данным по выполненным работам.

8.4.3. Изыскания для рабочего проекта

Текст отчета (заключения) дополнительно к 8.4.1 должен содержать следующие сведения и данные.

В разделе «Геологическое строение и гидрогеологические условия» приводится описание окончательно выделенных инженерно-геологических элементов в зависимости от сложности инженерно-геологических условий. Приводятся результаты гидрогеологических исследований, уточняются гидрогеологические параметры, коррозионная агрессивность подземных вод к бетонам и металлам и другие свойства вод.

В разделе «Физико-механические свойства грунтов» уточняется оценка изменений свойств грунтов при строительстве и эксплуатации объектов.

В разделе «Инженерно-геологические условия» уточняются рекомендации по выбору типа оснований и фундаментов, оценка активности инженерно-геологических процессов, рекомендации по инженерной защите, составу изысканий (работ) в период строительства.

При изысканиях на территориях с опасными геологическими (инженерно-геологическими) процессами следует выделять соответствующий раздел.

Текстовые приложения отчета (заключения) составляются с дифференциацией результатов изысканий по участкам зданий и сооружений.

Графические приложения отчета должны содержать:

1) карту фактического материала в целом по объекту или по отдельным участкам на выкопировки с генплана (с контурами участков);

2) инженерно-геологические разрезы по каждому участку, их группам или по площадке (трассе) в целом;

3) геофизические и гидрогеологические разрезы, графики зондирования, пенетрационного каротажа, других полевых опытных и опытно-фильтрационных работ, стационарных наблюдений и др.

4) по трассам линейных сооружений вместе с инженерно-геологическими разрезами следует, как правило, прилагать их профили с результатами инженерно-геологических изысканий.

Таблица 1.1 – Классификация песчаных грунтов

№	Вид грунта	Размер части, мм	Масса частиц в %
1	Гравелистый	> 2	> 25
2	Крупный	> 0.5	> 50
3	Средней крупн.	> 0.25	> 50
4	Мелкий	> 0.1	≥ 75
5	Пылеватый	< 0.1	< 75

Таблица 1.2 – Определение вида глинистых грунтов по числу пластичности

р	Число пластичности	Вид грунта
1	$1 \leq I_p \leq 7$	Супесь
2	$7 < I_p \leq 17$	Суглинок
3	$I_p > 17$	Глина

Таблица 1.3 – Определение вида песчаных грунтов по прочности (плотности сложения) в зависимости от коэффициента пористости

	Вид грунта	Коэффициент пористости e		
	Песок	Прочный (плотный)	Ср. прочности (ср. плотности)	Слабые (рыхлые)
1	Гравелистый, крупный, и средней крупности	$e < 0.55$	$0,55 \leq e \leq 0,7$	$e > 0,75$
2	Мелкий	$e < 0.6$	$0,6 \leq e \leq 0,75$	$e > 0,75$
3	Пылеватый	$e < 0.6$	$0,6 \leq e \leq 0,80$	$e > 0,75$

Таблица 1.4 – Подразделение песчаных грунтов по степени влажности

Грунт	Степень влажности
Маловлажный	$0 < S_r \leq 0.5$
Влажный	$0.5 < S_r \leq 0.8$
Насыщенный водой	$0.8 < S_r$

Таблица 1.5 – Подразделение пылевато-глинистых грунтов по показателю текучести

Грунт	Показатель текучести
Супесь: твердая пластичная текучая	$I_L < 0$ $0 \leq I_L \leq 1.0$ $I_L > 1.0$
Суглинок и глина: твердые полутвердые тугопластичные мягкопластичные текучепластичные текучие	$I_L < 0$ $0 \leq I_L \leq 0.25$ $0.25 < I_L \leq 0.5$ $0.5 < I_L \leq 0.75$ $0.75 < I_L \leq 1.0$ $I_L > 1.0$

Таблица 1.6 – Нормативные значения модулей деформации песчаных грунтов

Песок	Значение E , Мпа, при коэффициенте пористости e			
	0,45	0,55	0,65	0,75
Гравелистый крупный и средней крупности	50	40	30	-
Мелкий	48	38	28	18
Пылеватый	39	28	18	11

Таблица 1.7

Число пластичности грунта J_p	$1 < J_p < 10$	$10 < J_p < 14$	$14 < J_p < 22$
Показатель J_{ss}			

Таблица 1.8 – Нормативные значения удельных сцеплений C , кПа и углов внутреннего трения φ , град. песчаных грунтов

Песок	Характеристика	Значения c и φ при коэф. пористости e			
		0,45	0,55	0,65	0,75
Гравелистый и крупный	c	2	1	0	-
	φ	43	40	38	-
Средней крупности	c	3	2	1	-
	φ	40	38	35	-
Мелкий	c	6	4	2	0
	φ	38	36	32	28
Пылеватый	c	8	6	4	2
	φ	36	34	30	26

Таблица 1.9 – Нормативные значения удельных сцеплений C , кПа и углов внутреннего трения φ , пылевато-глинистых грунтов четвертичных отложений

Грунт	Показатель текучести	Характеристика	Значения c и φ при коэффициенте пористости e						
			0,45	0,55	0,65	0,75	0,85	0,95	1,05
Супесь	$0 \leq I_L \leq 0,25$	c	21	17	15	13	-	-	-
		φ	30	29	27	24	-	-	-
	$0,25 \leq I_L \leq 0,75$	c	19	15	13	11	9	-	-
		φ	28	26	24	21	18	-	-
Суглинок	$0 \leq I_L \leq 0,25$	c	47	37	31	25	22	19	-
		φ	26	25	24	23	22	20	-
	$0,25 \leq I_L \leq 0,5$	c	39	34	28	23	18	15	-
		φ	24	23	22	21	19	17	-
	$0,5 \leq I_L \leq 0,75$	c	-	-	25	20	16	14	12
		φ	-	-	19	18	16	14	12
Глина	$0 \leq I_L \leq 0,25$	c	-	81	68	54	47	41	36
		φ	-	21	20	19	18	16	14
	$0,25 \leq I_L \leq 0,5$	c	-	-	57	50	43	37	32
		φ	-	-	18	17	16	14	11
	$0,5 \leq I_L \leq 0,75$	c	-	-	45	41	36	33	29
		φ	-	-	15	14	12	10	7

Таблица 1.10 – Нормативные значения модулей деформации E пылевато-глинистых грунтов

Возраст и происхожд. грунтов	Грунт	Показатель текучести	0,45	0,55	0,65	0,75	0,85	0,95	1,05	1,2	1,4
			Четвертичные отложения, аллювиальные, делювиальные, озерные	Супесь	$0 \leq I_L \leq 0,75$	32	24	16	10	7	-
Суглинок	$0 \leq I_L \leq 0,25$	34			27	22	17	14	11	-	-
	$0,25 \leq I_L \leq 0,5$	32		25	19	14	11	8	-	-	-
	$0,5 \leq I_L \leq 0,75$	-		-	17	12	8	6	5	-	-
Глина	$0 \leq I_L \leq 0,25$	-		28	24	21	18	15	12	-	-
	$0,25 \leq I_L \leq 0,5$	-		-	21	18	15	12	9	-	-
	$0,5 \leq I_L \leq 0,75$	-	-	-	15	12	9	7	-	-	
Флювиогляциальные	Супесь	$0 \leq I_L \leq 0,75$	33	24	17	11	7	-	-	-	-
		Суглинок	$0 \leq I_L \leq 0,25$	40	33	27	21	-	-	-	-
	$0,25 \leq I_L \leq 0,5$		35	28	22	17	14	-	-	-	-
	$0,5 \leq I_L \leq 0,75$		-	-	17	13	10	7	-	-	-
Моренные	Супесь	$I_L \leq 0,5$	55	45	-	-	-	-	-	-	-
	Суглинок										
Юрские отложения оксфордского яруса	Глина	$-0,25 \leq I_L \leq 0$	-	-	-	-	-	27	25	22	-
		$0 \leq I_L \leq 0,25$	-	-	-	-	-	24	22	19	15
		$0,25 \leq I_L \leq 0,5$	-	-	-	-	-	-	-	16	12

Таблица 1.11 – Расчетные сопротивления R_0 крупнообломочных и песчаных грунтов

Вид грунта	R_c , Кпа
Крупные	600/500
Средней крупности	500/400
Мелкие: маловлажные влажные и насыщенные водой	400/300 300/200
Пылеватые: маловлажные влажные насыщенные водой	300/250 200/150 150/100

Значения R_0 для плотных песков даны перед чертой, для песков средней плотности – за чертой.

Таблица 1.12 – R_0 для пылевато-глинистых грунтов

Вид грунта	R_0 , кПа	
Супеси с коэффициентом пористости e	0,5	300/300
	0,7	250/200
Суглинки с коэффициентом e	0,5	300/250
	0,7	250/180
	1,8	200/100
Глины с коэффициентом пористости e	0,5	600/400
	0,6	500/300
	0,8	300/200
	1,0	250/100

Значения R_0 при $I_L=0$ даны перед чертой, при $I_L=1$ – за чертой. При промежуточных значениях e и I_L значения R_0 определяются интерполяцией.

Таблица 1.13 – Функция $f(S/H_0)$

S/H ₀	f(S/H ₀)	S/H ₀	F(S/H ₀)	S/H ₀	F(S/H ₀)
0,01	0,010	0,34	0,416	0,67	1,109
0,02	0,020	0,35	0,431	0,68	1,139
0,03	0,030	0,36	0,446	0,69	1,172
0,04	0,040	0,37	0,462	0,70	1,204
0,05	0,051	0,38	0,478	0,71	1,238
0,06	0,062	0,39	0,494	0,72	1,273
0,07	0,073	0,40	0,510	0,73	1,309
0,08	0,083	0,41	0,527	0,74	1,347
0,09	0,094	0,42	0,545	0,75	1,386
0,10	0,105	0,43	0,562	0,76	1,427
0,11	0,117	0,44	0,580	0,77	1,470
0,12	0,128	0,45	0,598	0,78	1,514
0,13	0,139	0,46	0,616	0,79	1,561
0,14	0,151	0,47	0,635	0,80	1,609
0,15	0,163	0,48	0,654	0,81	1,661
0,16	0,174	0,49	0,673	0,82	1,715
0,17	0,186	0,50	0,693	0,83	1,771
0,18	0,196	0,51	0,713	0,84	1,838
0,19	0,210	0,52	0,734	0,85	1,897
0,20	0,223	0,53	0,755	0,86	1,966
0,21	0,236	0,54	0,777	0,87	2,040
0,22	0,243	0,55	0,799	0,88	2,120
0,23	0,261	0,56	0,821	0,89	2,207
0,24	0,274	0,57	0,844	0,90	2,303
0,25	0,283	0,58	0,868	0,91	2,402
0,26	0,301	0,59	0,892	0,92	2,526
0,28	0,329	0,61	0,941	0,94	2,813
0,30	0,357	0,63	0,994	0,96	2,219
0,32	0,367	0,65	1,050	0,98	3,912

**Приложение А
(обязательное)**

**Форма технического задания на комплексное выполнение
инженерных изысканий автомобильной дороги**

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель _____
наименование предприятия

личная подпись _____ инициалы, фамилия _____
« _____ » _____ 20 ____ г.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

на комплексное выполнение инженерных изысканий автомобильной дороги

Шифр и наименование объекта _____

Отдел-заказчик _____

Отдел-разработчик _____

Основание для проектирования _____

Вид строительства _____

Стадийность проектирования _____

Срок выполнения задания _____

Срок выдачи проектной документации заказчику _____

Начало строительства объекта _____

Исходные данные:
номер и дата получения разрешения на производство инженерных изысканий _____

начало трассы _____

конец трассы _____

категория дороги _____

данные по направлению трассы (варианты, обходы, подъездные пути и т. п.) _____

сведения о наличии материалов ранее выполненных изысканий _____

сведения о наличии существующих коммуникаций и их владельцах _____

существующая интенсивность движения _____

перспективная интенсивность движения _____

другие исходные данные _____
Топографо-геодезические работы:
рекогносцировочные изыскания, полевое трассирование, съемка существующего земляного полотна и др. _____

съемка отдельных мест (масштаб, сечение рельефа, границы и площади съемок) _____

съемка месторождений грунта с подъездными дорогами к ним (местоположение, площади, землепользователи) _____

съемки трасс временного энергоснабжения (точки подключения, наименование ЛЭП, границы участка) _____

съемка инженерных коммуникаций (ЛЭП, ЛС, газ, трубопроводы, кабели и др.) _____

объездные пути (местоположение, границы, виды представляемых материалов) _____

подъездные пути (местоположение, виды представляемых материалов) _____

обследование существующих искусственных сооружений, пониженных мест, бассейнов водосборов, продольного водоотвода и т.п. _____

_____ обследование состояния существующей дорожной одежды, ограждений, дорожных знаков _____

составление ведомостей декоративных насаждений, кустарника и отдельных деревьев, находящихся в полосе отвода автомобильной дороги _____

дополнительные требования _____

закрепление трассы сдать _____

Инженерно-геологические работы:
границы и объемы работ по трассе _____

обследование болот, оврагов, выемок и т. п. _____

разведка месторождений грунта (песка), в том числе:
а) песка для подстилающего слоя и бетонных работ _____
б) грунта для земляного полотна _____
Приложения к заданию _____

Начальник ведущего отдела _____
подпись _____ расшифровка подписи _____

Главный инженер проекта _____
подпись _____ расшифровка подписи _____

Согласовано _____
подпись _____ расшифровка подписи _____

Приложение Б
(обязательное)

Форма технического задания на комплексное выполнение инженерных изысканий мостового перехода

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель _____

наименование предприятия _____

личная подпись _____

инициалы, фамилия _____

« _____ » _____ 20 _____ г.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

на комплексное выполнение инженерных изысканий мостового перехода

Шифр и наименование объекта _____

Наименование раздела _____

Отдел-заказчик _____

Отдел-разработчик _____

Основание для проектирования _____

Вид строительства _____

Стадийность проектирования _____

Срок выполнения задания _____

Срок выдачи проектной документации заказчику _____

Начало строительства объекта _____

Исходные данные:

номер и дата получения разрешения на производство инженерных изысканий _____

начало трассы _____

конец трассы _____

положение трассы в плане _____

краткая техническая характеристика проектируемого объекта (категория дороги, протяженность участка, габарит и высота сооружения и др.) _____

установление высот исторических и других уровней воды _____

определение мгновенных уклонов зеркала реки _____

разбивка промерных створов и промеры глубин _____

Инженерно-геологические и опытные работы:

подходы к мосту, путепроводу (границы, предполагаемые выемки, малые искусственные сооружения и др.) _____

мост, путепровод (длина, расположение и тип опор, нагрузка на фундамент или сваю, предполагаемая глубина заложения фундамента или погружения свай) _____

опытные работы _____

обследование болот, склонов и др. _____

разведка месторождений грунта (данные по резервам, потребность в грунте) _____

отбор проб в карьерах стройматериалов (наименование карьеров, требуемые испытания)

Приложения к заданию _____

Начальник ведущего отдела
подпись

расшифровка подписи

Главный инженер проекта
подпись

расшифровка подписи

Согласовано
подпись

расшифровка подписи

Приложение Д
(обязательное)

Категории сложности инженерно-геологических условий

Таблица Д.1

Фактор	Категории сложности		
	I (простая)	II (средней сложности)	III (сложная)
Геоморфологические условия	Один геоморфологический элемент. Поверхность ровная, пологая, пологоволнистая, нерасчлененная	Несколько геоморфологических элементов одного генезиса. Поверхность наклонная, мелко-холмистая	Несколько геоморфологических элементов одного или разного генезиса. Поверхность сильно расчленена
Геологическое строение и свойства грунтов в сфере взаимодействия зданий и сооружений с геологической средой	Один генетический тип отложений, не более двух слоев грунтов разных типов, видов и разновидностей или двух ИГЭ, границы слоев (ИГЭ) горизонтальны или слабо наклонны (уклон не более 0,1). Мощность практически выдержана. Незакономерная и незначительная изменчивость показателей свойств грунтов в плане и по глубине. Скальные грунты залегают с поверхности или перекрыты маломощным слоем нескальных	До трех генетических типов отложений, не более четырех слоев грунтов разных типов, видов и разновидностей, до шести ИГЭ, залегание наклонное или с выклиниванием, мощность изменяется закономерно. Закономерная изменчивость показателей свойств грунтов в плане или по глубине. Скальные грунты с неровной кровлей перекрыты нескальными	Более трех типов отложений или четырех слоев грунтов разных типов, или более шести ИГЭ. Границы сложные, мощность изменяется резко. Значительная степень неоднородности показателей свойств грунтов, закономерно и (или) закономерно изменяющихся в плане или по глубине. Скальные грунты с сильно расчлененной кровлей перекрыты нескальными
Гидрогеологические условия в сфере взаимодействия зданий и сооружений с геологической средой	Подземные воды отсутствуют, или имеется один выдержанный водоносный горизонт с водами однородного химического состава	Два и более выдержанных горизонта подземных вод, участками с неоднородным химическим составом или напорными водами	Горизонты (формы скопления) подземных вод не выдержаны по простиранию мощности, химический состав вод неоднороден. Участками сложное чередование водоносных и водоупорных грунтов.
Опасные геологические процессы, отрицательно влияющие на условия строительства и эксплуатации зданий и сооружений	Отсутствуют	Распространены ограниченно	Распространены широко и оказывают существенное влияние на выбор проектных решений, строительство и эксплуатацию объектов

Окончание таблицы Д.1

Приложение К
(обязательное)

**Виды лабораторных определений
физико-механических характеристик
свойств грунтов при инженерно-геологических изысканиях**

Таблица К.1

Вид лабораторного определения, характеристика свойства грунта	Грунт				Обозначение ТНПА на методы определения
	скальный	крупно-обломочный	песчаный	глинистый	
Гранулометрический состав	—	+	+	+	ГОСТ 12536
Петрографический состав	+	+	—	—	—
Минералогический состав	—	—	+*	—	—
Содержание органических веществ	—	—	+	+	ГОСТ 23740
Естественная влажность	—	—	+	+	ГОСТ 5180
Плотность	—	—	+	+	ГОСТ 5180
Стандартное уплотнение	—	—	+	+	ГОСТ 22733
Плотность частиц грунта	—	—	+	+	ГОСТ 5180
Границы текучести и раскатывания	—	—	—	+	ГОСТ 5180
Угол естественного откоса	—	—	+	—	—
Коэффициент фильтрации	—	—	+	—	ГОСТ 25584
Коррозионная активность	—	—	+	+	—
Компрессионное сжатие	—	—	—	+	ГОСТ 12248
Испытание на срез	—	—	+	+	ГОСТ 12248
* Определение выполняют по дополнительному заданию.					
<i>Примечание</i> – Обозначения: «+» – исследования выполняются; «-» – исследования не выполняются.					

Нормативная литература

1. Инженерные изыскания для строительства. Министерство строительства и архитектуры РБ: БНБ 1.02.01 – 96 Минск. 1996.- 110 с.
2. Инженерные изыскания для объектов дорожного строительства. Технический кодекс установившейся практики: ТКП 45-1.02-233-2011.- Минск: МАиС, 2012.- 85 с.
3. Грунты. Методы лабораторного определения гранулометрического и микроагрегатного состава. ГОСТ 12536 – 79.– М.: Госстрой СССР, 1980.
4. Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик. ГОСТ 5180-84.– М.: Госстрой СССР, 1986.
5. Автомобильные дороги. Классификация и состав работ по строительству, реконструкции и капитальному ремонту: ТКП 068-2011 (02191).
6. Система обеспечения единства измерений Республики Беларусь. Поверка средств измерений. Правила проведения работ: ТКП 8.003-2011 (03220).
7. Автомобильные дороги. Нормы проектирования: ТКП 45-3.03-19-2006 (02250).
8. Система проектной документации для строительства. Инженерно-геологические изыскания для строительства. Основные требования к составлению и оформлению документации, условные графические обозначения: СТБ 21.302-99.
9. Грунты. Классификация: СТБ 943-2007.
10. Грунты. Отбор, упаковка, транспортирование и хранение образцов: ГОСТ 12071-2000.
11. Грунты. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости: ГОСТ 12248-96.
12. Грунты. Методы полевых испытаний статическим и динамическим зондированием: ГОСТ 19912-2001.
13. Грунты. Методы полевого определения характеристик прочности и деформируемости: ГОСТ 20276-99.
14. Грунты. Методы статистической обработки результатов испытаний: ГОСТ 20522-96.
15. Грунты. Метод лабораторного определения максимальной плотности: ГОСТ 22733-2002.
16. Грунты. Методы лабораторного определения содержания органических веществ: ГОСТ 23740-79.
17. Грунты. Методы лабораторного определения коэффициента фильтрации: ГОСТ 25584-90.
18. Основания и фундаменты зданий и сооружений: СНБ 5-01-01-99. Минск: МАиС, 1999.- 35 с.

Дополнительная литература

- [1] Золотарев, Г.С. Методика инженерно-геологических исследований.-М.:Изд. Московского университета, 1990.- 384 с.
- [2] Ананьев, В.П. Инженерная геология. В.И. Коробкин.-М.: Высшая школа, 1973.- 299 с.
- [3] Пешковский, Л.М. Инженерная геология. Т.М. Перескокова.-М.: Высшая школа, 1971.- 366 с.
- [4] Чаповский, Е. Г. Лабораторные работы по грунтоведению и механике грунтов.- Изд. 4-е.- М.: Недра, 1975.- 303 с.
- [5] Изыскания и проектирование аэродромов: Справочник. / Под редакцией Г.И. Глушкова и Д.А. Могилевского. – М.: Транспорт, 1979. – 327 с.
- [6] Грицук, М.С. Основы инженерно-геологических изысканий при строительстве автомобильных дорог, дорожных сооружений и аэродромов, издание 2. Брест: Издательство БрГТУ, 2010.- 91 с.

Содержание

Введение	3
Общие положения	4
ГЛАВА I. ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ, РЕШАЕМЫЕ ПРИ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЯХ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ДОРОГ, ДОРОЖНЫХ СООРУЖЕНИЙ И АЭРОДРОМОВ	9
1.1 Задачи инженерно-геологических исследований	9
1.2. Дополнительные требования, предъявляемые к изысканиям при проектировании и строительстве автомобильных дорог, дорожных сооружений и аэродромов	10
1.3. Исследования на различных стадиях проектирования	10
1.3.1. Инженерно-геологическая рекогносцировка	11
1.3.2. Инженерно-геологическая съемка	11
1.3.3. Виды работ, проводимые при инженерно-геологических изысканиях	12
1.3.4. Предварительные камеральные работы	12
1.3.5. Маршрутные и аэровизуальные наблюдения	14
1.3.6. Геофизические исследования	14
1.3.7. Виды горных выработок	15
1.3.8. Полевые методы исследования грунтов	15
1.3.8.1. Исследование грунтов в полевых условиях методом зондирования	16
1.3.8.2. Опробование грунтов и горных пород	17
1.3.9. Гидрогеологические исследования	18
1.3.10. Предварительные ИГИ	18
1.3.11. Лабораторные исследования грунтов и подземных вод	19
1.3.12. Специальные полевые и лабораторные исследования грунтов	20
1.3.13. Стационарные наблюдения	21
ГЛАВА 2. ВИДЫ ИЗЫСКАНИЙ	22
2.1. Изыскания для обоснования инвестирования в строительство объектов	22
2.2. Изыскания для обоснования инвестиций под строительство автомобильных дорог	23
2.3. Изыскания для разработки архитектурного проекта	24
2.4. Полевые исследования грунтов	25
2.5. Гидрогеологические исследования	26
2.6. Изыскания для разработки строительного проекта	27
2.7. Изыскания в период строительства	30
2.8. Изыскания после окончания строительства	32
2.9. Инженерно-гидрометеорологические изыскания	32
2.9.1. Общие требования	32
2.9.2. Состав работ инженерно-гидрометеорологических изысканий	33
2.9.3. Объём изысканий для архитектурного проекта	34
2.9.4. Изыскания для рабочего (строительного) проекта	35
2.9.5. Изыскания для трасс линейных сооружений	36
2.9.6. Изыскания для реконструкции и технического перевооружения объектов	37
2.9.7. Изыскания при наличии опасных гидрометеорологических явлений	38
2.10. Морфометрические работы	38
2.10.1. Элементы, формы и сочетание слоев осадочных пород	38
2.10.2. Формы нарушенного залегания осадочных пород	40
2.10.3. Значение данных о залегании горных пород	41
ГЛАВА 3 ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ИЗЫСКАНИЯМ	43
3.1. Дополнительные требования к изысканиям при реконструкции зданий и сооружений	43
3.2. Дополнительные требования к изысканиям в районах распространения специфических грунтов	44
3.2.1. Элювиальные грунты	44

3.2.2 Слабые грунты	45
3.2.2.1. Изыскания на стадии «разработка архитектурного проекта в районах распространения слабых грунтов.....	46
3.2.2.2. Изыскания на стадии строительного проекта в районах распространения слабых грунтов	47
3.3 Искусственные грунты.....	48
3.3.1. Изыскания на стадии «обоснование инвестирования в строительство объектов» в районе распространения искусственных грунтов.....	49
3.3.2. Изыскания на стадии «разработка архитектурного проекта» в районе распространения искусственных грунтов	50
3.3.3. Изыскания на стадии разработки строительного проекта в районе распространения искусственных грунтов	51
3.4 Просадочные грунты	53
3.4.2 Инженерно-геологические изыскания для обоснования инвестирования в районах развития просадочных грунтов.....	53
3.4.3 Инженерно-геологические изыскания для разработки архитектурного проекта в районах развития просадочных грунтов.....	54
3.4.4 Изыскания для строительного проекта в районах развития просадочных грунтов....	56
3.5. Набухающие грунты.....	57
3.5.2 Изыскания для разработки обоснования инвестирования в районах развития набухающих грунтов	58
3.5.3. Изыскания для разработки архитектурного и строительного проекта в районах развития набухающих грунтов	58
3.6 Изыскания в районах развития опасных геологических процессов	60
3.6.1. Склоновые процессы	60
3.6.2 Изыскания для обоснования инвестиций в районах развития склоновых процессов	61
3.6.3 Изыскания для разработки архитектурного проекта. в районах развития опасных геологических процессов	61
3.6.4 Изыскания для строительного проекта в районах развития опасных геологических процессов	63
3.7. Карстовые процессы	64
3.7.1. Изыскания для обоснования инвестирования в строительство объектов в районах развития карста.....	64
3.7.2. Изыскания для разработки архитектурного проекта в районах развития карстовых процессов	65
3.7.3. Изыскания для разработки строительного проекта в районах развития карстовых процессов	67
3.8. Переработка берегов водоемов и водотоков	68
3.8.1. Изыскания для разработки архитектурного и строительного проектов в районах переработки берегов водоемов и водотоков	69
ГЛАВА 4. ЛАБОРАТОРНЫЕ И ПОЛЕВЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ГРУНТОВ	71
4.1. Общие требования	71
4.2. Особенности ИГИ при строительстве дорог	72
4.3. Лабораторные методы испытания грунтов	73
4.3.1. Определение плотности грунтов	73
4.3.2. Определение гранулометрического состава песчаных грунтов.....	74
4.3.3. Определение естественной влажности	75
4.3.4. Определение плотности сухого грунта, коэффициента пористости и степени влажности	75
4.3.5. Определение оптимальной влажности и степени уплотнения грунта.....	76
4.3.6. Определение состояния связных грунтов.....	78

4.3.7. Определение набухания и усадки связных грунтов	79
4.2. Определение деформативных и прочностных характеристик грунтов	79
4.2.1. Определение сжимаемости грунтов	79
4.2.2. Определение прочности грунтов	82
4.2.3. Определение показателей прочности грунта методом прямого среза образца	82
4.3. Водопроницаемость грунтов	83
4.4. Определение угла естественного откоса сыпучих грунтов	84
4.5. Полевые методы исследования грунтов	85
ГЛАВА 5. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ МОСТОВЫХ ПЕРЕХОДОВ	86
5.1. Общие определения	86
5.2. Задачи геофизических исследований	87
5.3. Вертикальное электрическое зондирование	87
5.4. Буровые работы	89
5.5. Метаморфические работы по определению распределения водных ресурсов	91
5.5.1. Установление характерных уровней	92
5.5.2. Построение продольного профиля реки	92
5.5.3. Выбор и съемка морфостворов	93
ГЛАВА 6. ИЗЫСКАНИЯ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ АЭРОДРОМОВ	95
6.1. Общие сведения	95
6.2. Основные элементы аэродромов и их назначение	96
6.3. Классификация аэродромов	98
6.4. Требования к участкам расположения аэродромов и задачи изысканий	99
6.5. Организация изыскательских работ	100
6.6. Выбор участков для строительства аэродромов	101
6.7. Сопоставление вариантов и выбор окончательного места расположения аэродрома	103
ГЛАВА 7. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ И ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗЫСКАНИЯ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ АЭРОДРОМОВ	104
7.1. Задачи и методы инженерно-геологических и гидрогеологических изысканий	104
7.2. Состав и объем инженерно-геологических и гидрогеологических работ при изысканиях аэродромов	104
7.3. Изыскания для стадии рабочих чертежей	108
7.4. Инженерно-геологические изыскания в особых условиях	109
ГЛАВА 8. СОДЕРЖАНИЕ ЗАДАНИЯ И СОСТАВЛЕНИЕ ОТЧЕТА ПО ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИМ ИССЛЕДОВАНИЯМ	111
8.1. Содержание задания на инженерно-геологические изыскания	111
8.2. Содержание задания на инженерно-гидрометеорологические изыскания	112
8.3. Состав и содержание отчета (заключения) об инженерно-гидрометеорологических изысканиях	112
8.4. Состав и содержание отчета (заключения) об инженерно-геологических изысканиях	113
8.4.1. Изыскания для архитектурного проекта	113
8.4.2. Изыскания для строительного проекта	115
8.4.3. Изыскания для рабочего проекта	116
<i>Приложение 1</i>	117
<i>Приложение А</i>	121
<i>Приложение Б</i>	123
<i>Приложение Д</i>	126
<i>Приложение К</i>	127
Литература	128
Содержание	129

Учебное издание

Грицук Михаил Степанович

**ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗЫСКАНИЯ
ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ДОРОГ, ДОРОЖНЫХ
СООРУЖЕНИЙ И АЭРОДРОМОВ**

Курс лекций для студентов специальности
1-70 03 01 «Автомобильные дороги»

Издание 3-е, переработанное и дополненное в соответствии с
ТКП 45-1.02-233-2011

Ответственный за выпуск: *Грицук М.С.*
Редактор: *Боровикова Е.А.*
Компьютерная вёрстка: *Соколюк А.П.*
Корректор: *Никитчик Е.В.*



Издательство БрГТУ.
Свидетельство о государственной регистрации
издателя, изготовителя, распространителя печатных
изданий № 1/235 от 24.03.2014 г.
Подписано к печати 6.03.2015 г. Формат 60×84 1/8.
Бумага «Performer». Гарнитура «Times New Roman».
Усл. п. л. 15,35. Уч.-изд. л. 16,5. Тираж 75 экз.
Заказ № 221. Отпечатано на ризографе Учреждения
Образования «Брестский государственный технический
университет». 224017, Брест, ул. Московская, 267.