ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ТРАНСПОРТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИМ ИЗЫСКАНИЯМ НОВЫХ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ЛИНИЙ И РЕКОНСТРУКЦИИ СУЩЕСТВУЮЩИХ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

МОСКВА 1976

gost.e-ecolog.ru

ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ ТРАНСПОРТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИМ ИЗЫСКАНИЯМ НОВЫХ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ЛИНИЙ И РЕКОНСТРУКЦИИ СУЩЕСТВУЮЩИХ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

МОСКВА 1976

УДК 625.II:550.8 (075.5)

© Всесоюзный научно-исследовательский институт транспортного строительства, 1976

ПРЕДИСЛОВИЕ

Действующее с 1962 г. "Наставление по инженерно-геологическим исследованиям при изысканиях новых линий, вторых путей, реконструкции и электрификации железных дорог" устарело. Возникла необходимость в разработке нового документа того же назначения, но отвечающего современному уровню науки и методики инженерно-геологических изысканий, требованиям действующих нормативных документов и рассчитанного на применение новых технических средств.

В "Методических рекомендациях по инженерно-геологическим изысканиям новых железнодорожных линий и реконструкции существующих железных дорог" рассмотрены особенности, назначение, состав, содержание, объемы, порядок выполнения и методика работ разных видов, применяемая аппаратура на всех этапах изысканий в зависимости от сложности и степени изученности инженерно-геологических условий участков проектирования различных сооружений; охарактеризованы получаемая информация и результативные инженерно-геологические данные, используемые в различных разделах проектов по стадиям проектирования.

Методические рекомендации предназначены в качестве руководства для инженеров и техников-геологов.

Настоящие Методические рекомендации разработаны канд.геол.-минерал.наук М.К.Друмининым при участии канд. техн.наук А.М.Горелика.

При разработке Методических рекомендаций учтены пожелания и замечания проектно-изыскательских институтов Главтранспроекта.

Зам.директора института (Н.Б.СОКОЛОВ)

Руководитель отделения изысканий и проектирования железных дорог (А.М.КОЗЛОВ)

Часть I. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ

Глава I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

Сооружения железных дорог, цели и задачи изысканий

I.I. Изыскания выполняют для получения исходных данных с целью проектирования новых и обоснования проектов реконструкции существующих железнодорожных сооружений. К ним относится земляное полотно, искусственные сооружения, устройства электрификации и связи, на станциях – здания производственного и административного назначения и др. Подсобными являются промышленные предприятия транспорта, карьеры песка, гравия, камня и другие объекты.

I.2. Основные задачи изысканий:

изучение геологического строения массивов, распространения, слежания, состава, состояния и свойств грунтов и особенностей их изменчивости в пространстве и во времени;

определение условий залегания, распространения, напора, состава и особенностей режима подземных вод;

установление характера, площади развития, интенсивности проявления и особенностей режима протекания различных природных и антропогенных геологических процессов, неблагоприятных для строительства и эксплуатации разных железнодорожных сооружений;

составление прогноза изменения всех элементов инженерно-геологических условий района (участка) строительства при возведении и эксплуатации различных проектируемых сооружений;

поиски, разведка и опробование месторождений искомых строительных материалов и отвалов производственных отходов, пригодных для использования в строительстве.

I.3. При решении этих задач преследуют такие

цели:

установление возможности и целесообразности использования пород в качестве оснований, среды и материалов проектируемых сооружений и выяснение особенностей грунтов как объектов разработки при строительстве;

определение области применения в строительстве различных ископаемых строительных материалов и отходов производств;

прогноз влияния подземных вод и местных геологических процессов, а также изменений инженерно-геологической среды на условия и стоимость строительства, состояние и эффективность эксплуатации различных проектируемых сооружений для обеспечения сохранности конструкций и надежности их работы в течение всего расчетного срока службы.

Состав и последовательность выполнения работ разных видов

I.4. В общий комплекс работ, выполняемых при инженерно-геологических изысканиях железных дорог, входят:

сбор, изучение и обобщение информации о природных условиях района и участков объектов проектирования, материалов изысканий и строительства прошлых лет, фондовой и текущей отчетности организаций, эксплуатирующих сооружения разного вида и назначения на территории района изысканий;

инженерно-геологические съемки и поиски месторождений ископаемых строительных материалов и отвалов горных производств с помощью аэрометодов;

геофизическая разведка;

разведочные работы;

полевые испытания прочности и деформативных свойств и определение плотности грунтов в массивах;

опытные гидрогеологические работы;

наблюдения: режимные - гидрогеологические, температурные и стационарные за протеканием и развитием неблагоприятных геологических процессов;

лабораторные работы и при необходимости стендовые испытания грунтов;

инженерно-геологические наблюдения в процессе строительства, осуществляемые при возможности;

обработка и обобщение результатов выполненных работ;

участие в трассировании линии и проектных проработках на всех этапах изысканий и стадиях проектирования.

Работы перечислены в примерной последовательности выполнения их основных объемов, но в ходе изысканий и проектирования все они сопутствуют друг другу.

Стадии проектирования, этапы, назначение и содержание инженерно-геологических изысканий

I.5. При выборе направления новой и определении целесообразности и характера реконструкции существующей железной дороги или ее отдельных сооружений собирают, изучают и обобщают материалы.

Если инженерно-геологические условия района или его отдельных участков, охватываемых полигоном сравнения, отличаются сложностью или слабо изучены, может возникнуть необходимость проведения рекогносцировочных полевых обследований некоторых направлений и отдельных мест на территории района (см.гл.2).

I.6. На первом этапе изысканий для разработки технического проекта основная задача состоит в получении инженерно-геологической информации, достаточной для сравнения вариантов трассы и выбора оптимального ее положения с учетом природных условий. Основными видами работ при этом являются выполняемые с помощью аэрометодов наземные инженерно-геологические съемки и поиски месторождений строительных материалов с сопутствующими им картировочными разведкой, опробованием и другими работами (см.гл.3).

На втором этапе изысканий для технического проекта по принятым трассе, положению второго пути и т.п. выполняют основные объемы инженерно-геологических работ всех ви-

дов. Часть объемов приходится на изыскания при местном улучшении трассы, изменении положения второго пути, варьировании размещения проектируемых сооружений. На этом этапе необходимо получить инженерно-геологические данные, достаточные для обоснования проектов всех сооружений и составления окончательной сметы на весь комплекс строительства в целом.

I.7. В задачу инженерно-геологических изысканий при составлении рабочих чертежей входит получение материалов, достаточных для обоснования новых проектных решений, возникших в связи с замечаниями экспертизы технического проекта. Работы выполняют на участках улучшающих перетрассировок, смещений планового положения и изменений конструкций некоторых проектируемых сооружений, сторонности второго пути в отдельных местах и т.п. В состав изысканий могут входить любые инженерно-геологические работы, но основными из них являются разведка, полевое в массиве и лабораторное опробование грунтов и камеральная обработка получаемой информации.

I.8. Получение требуемых данных может быть связано с необходимостью выполнения работ, которые проектно-изыскательская организация, как правило, не выполняет. Эти работы переносят на период строительства. При использовании рабочей силы, транспорта, подъемных механизмов и землеройной техники строительной организации можно в случае необходимости испытывать грунты и сооружения на холодные и горячие штампы, выполнять пробные забивки свай и другие трудоемкие работы. При строительстве продолжают также начатые ранее стационарные наблюдения за развитием мерзлотных, карстовых, оползневых и других неблагоприятных процессов.

Порядок проведения работ

I.9. Изыскания проводят в три периода: подготовительный, полевой и камеральный.

В подготовительном периоде выполняют работы, перечисленные в строительных нормах и правилах [182, пп.I,I4-

-I,I6 и I,I8] . Порядок получения и состав технического задания на выполнение изысканий регламентированы в [I82, пп.I.6 и I.9] , составление и содержание программ и смет на производство работ - в [I82, пп. I.8, I.IO-I.I3] .

В проектно-изыскательских организациях дорожного транспорта техническое задание отделу инженерной геологии на выполнение изысканий выдает главный инженер комплексного проекта или руководство специализированных отделов. В содержании заданий отражают:

назначение задаваемых инженерно-геологических изысканий для обоснования проектов отдельных сооружений, их комплексов, трасс на том или ином этапе работ в данной стадии проектирования;

требуемые объемы различных строительных материалов;

необходимые для этих целей результативные данные и материалы намечаемых изысканий;

сроки проведения работ и выдачи материалов.

По согласованию с отделом инженерной геологии заказчик может оговорить в задании состав основных работ, порядок их выполнения, объемы, методику, аппаратуру для обеспечения целенаправленного достижения специфических целей и задач изысканий в оптимальном плане. Но, как правило, это является компетенцией отдела геологии.

К тексту технического задания должны быть приложены:

топографические карты, планы, аэрофотоматериалы с нанесенными на них направлениями линий (технико-экономическое обоснование), вариантами и принятым положением трассы (технический проект), ее местными перетрассировками (технический проект и рабочие чертежи), положением (предварительным и принятым) отдельных сооружений и их комплексов (мостовые переходы, тоннельные пересечения, площадки раздельных пунктов и др.);

продольные профили по трассам и поперечные профили по узловым участкам (места индивидуального проектирования земляного полотна, площадки станций, мостовые переходы, тоннельные пересечения и т.п.);

технические описания проектируемых крупнейших соо-

ружений и зданий (схемы станций и мостов, параметры конструкции мостовых опор, тоннельных обустройств, защитных, укрепительных, дренажных и других сооружений).

Конкретное содержание технических заданий охарактеризовано по стадиям проектирования и этапам изысканий в следующих главах Методических рекомендаций.

На основе технических заданий составляют (главный геолог экспедиции, начальник партии) программы работ, предстоящих в данной стадии проектирования. Для этого используют материалы, собранные в предшествовавшей стадии и собираемые в подготовительном периоде к полевым изысканиям. В программе кратко характеризуют природные условия трассирования в целом и участков проектирования важнейших сооружений. Планируют состав, содержание и объемы предстоящих работ. Устанавливают очередность, сроки и места их выполнения. Программу работ подписывает главный геолог экспедиции, согласует начальник экспедиции и утверждает руководство отдела инженерной геологии (изысканий) проектно-изыскательской организации.

I.IO. На базе общей программы работ главный геолог изыскательской экспедиции, а при работе отдельной партии (отряда) руководство отдела инженерной геологии (изысканий) проектно-изыскательской организации выдает задания начальникам партий (отрядов) по выполнению работ на отдельных участках и объектах. Исполнители на основе объемов и сроков, которые указываются в выдаваемых им частных заданиях, составляют планы и графики проведения предстоящих работ.

I.II. Предусмотренные программой полевые и частично лабораторные и камеральные работы, необ-

ходимые для обеспечения контроля полноты и достоверности получаемых результатов , выполняют в экспедиционных (полевых) условиях [I82, п.I.I9].

В ходе трассирования и проектных проработок при неизбежных изменениях принимаемых решений частные задания исполнителям по привязке, составу, объемам и методике инженерно-геологических работ должны корректироваться с целью обеспечения получения информации, достаточной при всех изменениях проекта. Для этого главный и старшие инженеры-геологи, начальники партий и отрядов должны находиться в постоянном контакте и обмениваться информацией с изыскателями и проектировщиками экспедиции, партии и отделов. Подробнее см.ч.П и Ш настоящих Методических рекомендаций.

Все текущие корректировки частных заданий исполнителям работ должны найти отражение в исполнительных документах изысканий: рабочей программе , планах и графиках выполнения работ, смете. **Каждое изменение программы следует обосновать целесообразностью принимаемых решений по корректировке состава и объемов работ, размещения рабочих точек и т.п.**

I.I2. Начальники партий и отрядов организуют, а главный геолог экспедиции контролирует производство всех инженерно-геологических работ. Начальники партий и старшие инженеры-геологи повседневно проверяют наличие и качество полевых материалов.

Главный геолог периодически просматривает материалы и указывает возможные недоделки и неправильности в работе и оформлении ее результатов.

I.I3. Геологи участвуют в трассировании линии, принятии принципиальных решений при проектировании земляного полотна, искусственных и других сооружений,

что выражается в повседневном обмене информацией с изыскателями и проектировщиками, совместном посещении участков со сложными инженерно-геологическими условиями и мест индивидуального проектирования и в других формах комплексной работы всего коллектива отраслевых специалистов в партиях и экспедиции.

I.I4. Геологи принимают участие в составлении пояснительных записок общих и к разделам проектов, а при рабочем проектировании составляют дополнительные инженерно-геологические профили, разрезы и другие документы.

Если рабочее проектирование совпадает по времени с начавшимся строительством, представляется возможным уточнить поставленные ранее и разработать новые инженерно-геологические прогнозы для обеспечения полноты обоснования проектов. С этой целью геологи привлекаются к приемке скрытых работ (освидетельствованию и описанию котлованов, пионерных штолен и других строительных выработок), описывают, зарисовывают и фотографируют следы геологических процессов, в том числе и развивающихся при строительстве, а в случае необходимости организуют дополнительные к ранее начатым стационарные наблюдения за протеканием неблагоприятных геологических процессов.

I.I5. По окончании полевых работ после внесения необходимых исправлений и дополнений главный геолог предварительно принимает инженерно-геологические материалы в экспедиционных условиях.

Окончательно принимает полевые материалы на основании их просмотра и доклада начальника партии и оценивает их качество комиссия в составе главных специалистов отделов технического и инженерной геологии и главного геолога экспедиции. При значительном объеме подлежащих приему материалов в состав приемочной комиссии могут быть допол-

нительно включены квалифицированные инженеры-геологи. Результаты приемки оформляют актом

I.I6. Критериями качества принимаемых полевых материалов являются:

соответствие состава, содержания, объемов и методики выполненных работ программе и техническому заданию (с учетом текущих корректировок в процессе разработки проекта);

соблюдение требований нормативных документов и инструктивных указаний;

учет специфических особенностей выполнения различных работ по стадиям проектирования, этапам изысканий для обоснования проектов сооружений разных видов, назначения, конструкций и размеров в тех или иных инженерно-геологических условиях;

хорошее оформление материалов.

I.I7. Основные объемы лабораторных и камеральных работ выполняют в стационарных условиях в соответствии с указаниями [I82, пп.I.20-I.22] .

I.I8. Для каждой выполненной по отдельному техническому заданию работы независимо от этапа изысканий стадии проектирования и выполненных объемов должен быть составлен технический отчет.

В нем кратко характеризуют полученное задание, составленную по нему программу работ, фактические календарные сроки ее выполнения; описывают и обосновывают возможные отклонения от задания и программы (как в связи с их корректировкой, так и по другим причинам) в ходе их реализации по срокам, методике, объемам работ и полученным результатам. Далее, анализируя эти результаты, определяют их полноту, объективность, надежность и достаточность для обоснования проектов сооружений. К отчету прикладывают сопутствующие графические документы (картосхемы фактического материала, инженерно-геологические карты и разрезы, профили, колонки выработок и т.п.) в необходимом по характеру объекта, назначению и этапу изысканий составе, а также ведомости анализов воды, анализов и испытаний грунтов.

По результатам всех выполненных работ составляют справочно-информационные карточки. Накопление материалов в фондовой картотеке позволяет повторно использовать эти данные путем интерполяции и экстраполяции их при изысканиях в том же или смежном районе и проводить инженерно-геологические аналогии условий. Накопленные материалы могут быть использованы также при региональных обобщениях.

В качестве примера в приложении 9 [233] приведен образец учетной карточки инженерно-геологических работ, составляемой на объект изысканий в Сибгипротрансе.

Организационные формы выполнения изысканий

I.I9. Основные производственные подразделения, выполняющие полевые инженерно-геологические работы, - комплексные и геологические партии (отряды), а ответственные лица - начальник партии и старший инженер-геолог. В случае выполнения большого объема работ на одном объекте создаются изыскательские экспедиции. Главный геолог экспедиции является заместителем ее начальника по инженерно-геологическим работам.

I.20. В составе экспедиции работают комплексные и специализированные партии и отряды по изысканиям мостовых переходов, тоннельных пересечений, станционных площадок, по поискам и разведке месторождений грунтов и отвалов горных производств и др.

В комплексных партиях имеются группы специалистов, возглавляемые, как правило, старшим инженером-геологом и обеспечивающие выполнение инженерно-геологических работ.

При экспедиции работает камеральная группа, в состав которой входят и геологи. В крупных экспедициях создают проектные группы по земляному полотну, искусственным и другим сооружениям. При экспедиции может быть организована грунтово-химическая лаборатория, подчиненная главному геологу.

I.21. При проведении полевых и лабораторных работ обязательно выполнение правил техники безопасности и производственной санитарии всеми изыскателями.

До выезда на полевые работы все геологи знакомятся с соответствующими приказами и распоряжениями, проходят инструктаж и испытания, организованные специальными комиссиями, действующими с этой целью в проектно-изыскательской организации, отделе инженерной геологии (изысканий). При этом они должны знать во всех случаях изысканий: [I,3,4,14], при изысканиях в горных районах: [6 и 7], при работах на существующих железных дорогах: [8-I3,I5,I6], в особых случаях: [2,5]. Полезно также ознакомиться с работами [I7-I9].

Начальники партий и отрядов ведут журналы периодического инструктажа и проверки соблюдения исполнителями полевых и лабораторных работ правил техники безопасности и производственной санитарии в соответствии с требованиями перечисленных документов.

I.22. Изыскатели проходят медицинское освидетельствование, им делают прививки против клещевого энцефалита для изысканий на Дальнем Востоке и др.

При необходимости проведения работ в труднодоступных горных районах целесообразно окончить курсы по альпинизму, а для изучения карстовых недр - школу спелеологов.

I.23. На время перерывов в разведке скважины закрывают пробками, а шурфы ограждают щитами.

После того, как выработка описана, из нее отобраны образцы грунтов и пробы воды или проведены испытания грунтов в массиве (лопастные, прессиометрические), опытные откачки, режимные гидрогеологические и температурные наблюдения, выработки ликвидируют. Шурфы засыпают с трамбованием заполнителя. Скважины тампонируют глинистым грунтом, утрамбовывая его на каждом метре заполнения ударной штан-

гой, концом вакладенной колонковой трубы и т.п.

Содержание и объемы работ в зависимости от особенностей инженерно-геологических условий

I.24. Содержание и объемы инженерно-геологических изысканий зависят от характера объекта проектирования, видов, назначения, размеров и конструкций проектируемых сооружений, особенностей природных условий района и участков намечаемого строительства и степени изученности условий. Влияние конкретных факторов на содержание и объемы работ рассматривается в ч.II и III. Зависимость объемов работ от степени изученности территории освещена в пп.I.28, I.29.

I.25. Значение применения аэрометодов возрастает при изысканиях в открытой местности. В районах распространения скрытых покровными породами подземных геологических образований (тектонические формы и разрывы, карстовые полости, подземные льды и др.) повышается удельный вес в комплексе инженерно-геологических изысканий разведочных и геофизических работ. Значение последних возрастает в труднодоступных районах и при работе на участках, куда трудно доставить буровые агрегаты.

Наличие слабых, просадочных, набухающих и засоленных грунтов повышает роль полевых в массиве и лабораторных испытаний прочности и деформативных свойств этих грунтов.

В местностях, где распространены обводненные и вечномерзлые грунты, развиты неблагоприятные геологические явления, большое значение приобретают режимные гидрогеологические и температурные наблюдения, стационарные наблюдения за протеканием важнейших геологических процессов, обследования состояния деформирующихся сооружений и анализ эффективности их работы в эксплуатации.

I.26. В зависимости от особенностей природной среды можно различать районы и участки с несложными, средне сложными и сложными для железнодорожного строительства инженерно-геологическими условиями [220,232].

Степень сложности важнейших элементов инженерно-геологических условий применительно к особенностям строительства железнодорожных сооружений охарактеризована в табл.I. Общая оценка сложности инженерно-геологических условий может быть дана в следующей форме. При сумме баллов (см. графу I табл.I),равной четырем, инженерно-геологические условия считают несложными. Условиями средней сложности обладают районы и участки с суммой баллов от пяти до восьми, если при этом при подсчете не окажется группы с индексом три. Наконец, сложными в инженерно-геологическом отношении следует считать территории с суммой баллов от девяти до двенадцати и менее девяти, если при подсчете попало хотя бы одно группа с индексом три.

1.2°. Большие объемы работ разных видов, особенно разведки, полевого и лабораторного опробования грунтов, концентрируют в местах с более сложными инженерно-геологическими условиями, на участках индивидуального проектирования сооружений или деформаций существующих.

Таблица I

Баллы	Характеристика групп сложности важнейших элементов инженерно-геологических условий
I	2
	Геологическое строение
I	Слои пород и кровля скальных массивов залегают горизонтально или под углами не более 10^0. Литологический и петрографический составы пород выдержаны по площади распространения и мощности залежей. Преобладающие консистенции связных грунтов - полутвердая и тугопластичная. Пески преимущественно маловлажные, среднеплотные или плотные. Скальные породы слаботрещиноватые. Насыпные грунты в пределах отдельного массива выдержаны по составу и равномерно уплотнены. Болотные отложения представлены преимущественно слабо разложившимися торфами и подсушенными торфяниками

Продолжение табл.I.

I	2
2	Пласты пород залегают моноклинально или образуют пологие складки. Уклоны пластов и кровли скальных пород превышают 10^0. Слои выклиниваются, имеются линзы разных грунтов. Литологический и петрографический составы пород даже в пределах отложений одного возраста и генетического типа не выдержаны по простиранию и разрезу залежей. Преобладающие консистенции связных грунтов – мягко- и текучепластичная. Пески преимущественно влажные и водонасыщенные, среднеплотные и рыхлые. Насыпные грунты пестрого состава неравномерно уплотнены даже в пределах отдельного массива, иногда переувлажнены. Скальные породы трещиноватые, среди них присутствуют легковыветривающиеся, а при увлажнении размягчаемые, а также растворимые разности. В зоне вечной мерзлоты многолетнемерзлые породы имеют сплошное распространение, температуру ниже $-1,5^0$С и слагают толщи большой мощности Пласты пород залегают с уклонами от 0 до 90^0 и могут быть даже опрокинутыми, образуют сложно построенные складки, нередко осложненные тектоническими разрывами. Кровля скальных пород, чаще неровная, наклонена под резкими углами, располагается на глубинах от нуля до десятков метров от поверхности. Скальные породы трещиноватые. Среди них присутствуют легковыветривающиеся, а при увлажнении размягчаемые и растворимые (каменная соль, гипс, ангидрит) разности. Распространены крупнообломочные, слабые, набухающие, просадочные, засоленные грунты, болота с сильно разложившимися торфами, жидкими сапропелями. В зоне вечной мерзлоты многолетнемерз-

Продолжение табл.I.

I	2
	лые породы распространены островами, имеют температуру от -0,I до -I,5°С и слагают толщи мощностью от метра до десятков метров
	Гидрогеологические условия
I	Преобладают пластовые водоносные горизонты с примерно одинаковым по площади распространения и глубине залегания составом воды. Уровень грунтовых вод на максимум повсеместно, кроме пойм, находится на глубине более 3м. Подземные воды приурочиваются в логах, оврагах, балках большей глубины. Воды не агрессивны по отношению к бетону и металлам.
2	Преобладают пластовые водоносные горизонты, не выдержанные по мощности, распространению и составу воды. Уровень подземных вод находится на различных глубинах, и вода может выклиниваться на поверхность разных элементов рельефа. Присутствуют воды агрессивные и неагрессивные по отношению к бетону и металлам
3	Подземные воды разных типов со сложными условиями распространения, залегания и взаимосвязи горизонтов. Присутствуют трещинные, жильные, карстовые, напорные и ненапорные, над-, меж- и подмерзлотные воды. Распространены преимущественно воды агрессивные по отношению к бетону и металлам
	Геоморфологические условия
I	Эоловые формы рельефа, речные террасы, днища древних долин, лощины, торфяники, древние конусы выноса, склоны не круче I0°. Средняя глубина расчленения рельефа на профилях до 3м при его ритме более 300 м.

Продолжение табл. I

I	2
2	Слабо дренируемые равнины разного происхождения в гумидных областях при средней глубине расчленения рельефа на профилях до 3 м и его ритме более 300 м. Болота. Ледниковые и водно-ледниковые формы рельефа. Морские и озерные террасы. Склоны крутизной более 10^0. Современные конусы выносов. Средняя глубина расчленения рельефа на профилях до 10 м при его ритме 100-300 м.
3	Бессточные равнины в гумидных областях. Мари. Горные и предгорные тектонические, гляциальные, гравитационные, криогенные, карстовые формы рельефа. Средняя глубина расчленения рельефа на профилях более 200м при его ритме менее 100 м
	Геологические процессы и явления
I	Процессы и явления, изменяющие рельеф местности, влияющие на обводнение массивов и оказывающие неблагоприятное воздействие на сооружения, развиты слабо или практически отсутствуют
2	Солончаки, болота, мари, наледи, подземные льды, термокарстовые и карстовые явления, обвалы, осыпи, оползни, солифлюкция, курумы, овражкообразование, оседание склонов распределены на отдельных участках
3	Неблагоприятные геологические процессы широко развиты на значительных площадях и проявляются интенсивно в резкой форме

Степень изученности района и участков изысканий и объемы выполняемых работ

I.28. Влияние изученности района и участков изыска-

ний на состав, содержание и объемы инженерно-геологических работ подробно охарактеризовано в ч.II и III.

Различают районы и участки:

слабо изученные, для которых имеются только общегеологические материалы и карты масштабов I:100 000 и мельче;

средне изученные, для которых есть геологические карты масштабов I:50 000 и крупнее и описания к ним, а также разномасштабные карты: гидрогеологические, геоморфологические, четвертичных отложений, физико-географические, и почвенные и описания к ним;

хорошо изученные, т.е. те средне изученные районы и участки, где проведены, как правило в послевоенное время, изыскания для строительства разных видов и сохранились материалы проектирования сооружений, а для застроенных площадей - построечная документация и техническая отчетность эксплуатирующих организаций.

I.29. При изысканиях в слабо изученных районах состав работ усложняется, а объемы возрастают из-за необходимости выполнения некоторых элементов геологических съемок в связи с недостаточностью или отсутствием требуемой геологической основы масштабов I:50 000 - I:25 000.

При хорошей изученности участков намечаемого строительства возможно некоторое сокращение состава и объемов инженерно-геологических работ при изысканиях железных дорог в результате использования уже имеющейся информации.

Последующее в ч.II и III изложение ориентировано в основном на среднюю изученность инженерно-геологических условий района и участков изысканий.

Часть II. ИЗЫСКАНИЯ НОВЫХ ЛИНИЙ

Глава 2. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ РАБОТЫ, ВЫПОЛНЯЕМЫЕ ДЛЯ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО ОБОСНОВАНИЯ ВЫБОРА НАПРАВЛЕНИЯ НАМЕЧАЕМОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ [1]

Исходные материалы и предварительный отбор вариантов

2.I. Отдел инженерной геологии проектно-изыскатель-

[1] Составлено по материалам Ленгипротранса.

ской организации должен получить (п.I.9):

топографические карты масштабов I:I00 000 и I:25 000 с нанесенными вариантами трассы;

контактные отпечатки аэроснимков и схему накидного монтажа;

фотосхемы с нанесенными направлениями и вариантами трассы, рассматриваемыми в технико-экономическом обосновании (ТЭО);

продольные профили по направлениям и вариантам трассы.

В подготовительном периоде собирают и изучают геологические карты коренных и четвертичных отложений, геоморфологические, гидрогеологические, почвенные и другие и описания к ним во Всесоюзном или территориальных фондах министерств геологии СССР и союзных республик, литературные источники по региональной геологии, гидрогеологии, геоморфологии. В фондах отраслевых министерств, ведомств, изыскательских и проектных организаций получают инженерно-геологические карты и другие материалы для участков, на которых проведены изыскания и строительство. При этом оценивают инженерно-геологические условия всех направлений линии и их вариантов с целью возможного исключения некоторых из них из дальнейшего рассмотрения.

2.2. На изучаемой местности по геологическим признакам или по совокупности ландшафтных признаков выделяют территориальные единицы, в пределах которых предполагаются примерно одинаковые инженерно-геологические условия. На каждой территориальной единице выбирают несколько небольших участков, которые носят название ключевых. Число, размеры и форму их устанавливают каждый раз в зависимости от масштаба съемки и сложности инженерно-геологических условий выделенной территориальной единицы [20] .

2.3. Для ключевых участков предварительно дешифрируют аэроснимки. Сообразуясь с ранее выполненными обобщениями всех собранных материалов, предварительно интерпретируют все выявленные на аэроснимках признаки в инженерно-геологическом отношении.

2.4. При несложных инженерно-геологических условиях, хорошей и средней изученности территории полигона сравнения или его отдельных, но представительных участков на основе имеющихся материалов устанавливают полный комплекс дешифровочных признаков для различных выделяемых на снимках региональных инженерно-геологических элементов. Пользуясь легендой дешифровочных признаков, всю совокупность аэроснимков дешифрируют окончательно.

Полевые работы

2.5. В местах со среднесложными и сложными условиями, на участках, слабо изученных в инженерно-геологическом отношении, для возможности окончательного дешифрирования аэроснимков необходимо проведение полевых работ.

Результаты предварительного дешифрирования (п.2.3) оформляют в виде схематической инженерно-геологической карты на фотосхеме. На ее основе составляют рабочую программу выполнения наземных инженерно-геологических съемок на каждом ключевом участке. В программе указывают перечень и назначение маршрутов для полевого дешифрирования.

2.6. Для выяснения возможности посадки вертолета в намеченных местах базирования отрядов, выполняющих полевые работы на ключевых участках, и для осмотра с воздуха площадей со сложными инженерно-геологическими условиями или тех, где эти условия интерпретированы в ходе предварительного дешифрирования предположительно, выполняют аэровизуальные облеты составленных (п.2.1) направлений. Для ориентировки в полете пользуются топографическими картами масштаба 1: 100 000 с нанесенными на них вариантами направления линии в полигоне сравнения и схемой наземного монтажа.

2.7. На ключевых участках проводят инженерно-геологическую съемку в масштабе 1:50 000 с полевым дешифрированием аэроснимков масштабов 1:12 000-1:17 000. При этом фотосхему ландшафтных типов с инженерно-геологической интерпретацией, составленную при предварительном дешифрировании (п. 2.5), корректируют и дополняют новыми фактическими данными.

Камеральные работы

2.8. *В камеральном периоде:*

сдают заказы на лабораторные работы, систематизируя их результаты, составляют сводные таблицы свойств грунтов;

оформляют рабочие карты фактического обоснования выполненных инженерно-геологических съемок;

разрабатывают местную классификацию пород полигона сравнения по литолого-генетическому принципу и подбирают комплексы дешифровочных признаков, присущих выделенным территориальным единицам (п.2.2) и каждому выделяемому типу пород;

окончательно дешифрируют аэроснимки на основе разработанной легенды, результатов полевых работ и установленного комплекса дешифровочных признаков. На готовой топографической основе для каждого ключевого участка составляют рабочие инженерно-геологические карты масштабов 1:50 000 - 1:25 000.

2.9. Данные, полученные при изучении ключевых участков, экстраполируются на всю площадь выделенной территориальной единицы [20, с.142].

По всем неисключенным (п.2.1) конкурирующим направлениям и вариантам на основе интерполяции и экстраполяции данных, полученных по ключевым участкам, составляют инженерно-геологические карты масштабов 1:100 000 - 1:50 000, на которых выявляют площади возможного заложения карьеров для получения местных строительных материалов (грунтов для возведения насыпей, дренирующих грунтов, балласта, камня для укрепительных работ и щебня).

Для всей территории залетов аэроснимки дешифрируют, пользуясь легендой, разработанной на основе комплекса дешифровочных признаков, выявленных при полевых работах на ключевых участках. При этом учитывают опыт исполнителей, приобретенный ими при составлении рабочих карт ключевых участков, соблюдают тот же (п.2.8) порядок окончательного

дешифрирования аэроснимков. По каждому варианту направления, группе их или всему направлению в целом оригиналы карт монтируют в единый документ и составляют краткую пояснительную записку по инженерно-геологическим условиям и обоснованию выбора оптимального направления линии.

Глава 3. ИЗЫСКАНИЯ ДЛЯ ВЫБОРА ПОЛОЖЕНИЯ ТРАССЫ НА СТАДИИ ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОЕКТА

Цель и задачи инженерно-геологических изысканий и исходные материалы

3.1. Принятое при технико-экономическом обосновании или заданное направление проектируемой железной дороги имеет местные варианты, подлежащие обследованиям. Основная цель работ, выполняемых на первом этапе изысканий для стадии технического проекта,- выбор оптимального положения трассы и сопряженных с ним мостовых переходов больших и средних рек района изысканий с учетом инженерно-геологических условий.

3.2. Задачи изысканий сформулированы в пп. I.2, I.3. На рассматриваемом этапе работ их решают предварительно в зависимости от сложности инженерно-геологических условий участков проектирования различных железнодорожных сооружений применительно к масштабам изучения от I:25 000 - I:I0 000 до I:5 000 (в сложных условиях).

3.3. К техническому заданию отделу инженерной геологии прикладывают следующие материалы:

топографические карты масштабов I:25 000-I:I0 000, контактные отпечатки аэроснимков и схему накидного монтажа масштабов I:I7 000 - I:6 000 с нанесенными на них вариантами трассы и мостовых переходов, подлежащими обследованию;

продольные профили по каждому варианту, составленные на основе камерального трассирования по картам;

ведомости барьерных мест (больших и средних мостов, тоннелей, предполагаемого размещения станций) по каж-

дому конкурирующему варианту трассы.

3.4. При наличии утвержденного ТЭО используют имеющиеся в нем материалы и составленные инженерно-геологические документы (пп.2.8-2.10), собирают дополнительные сведения по району предстоящих изысканий, как указано в п. 2.1.

Если направление линии задано без ТЭО, то в подготовительном к полевым изысканиям периоде дешифрируют аэроснимки и составляют схематическую инженерно-геологическую карту на фотосхеме, как указано в п.2.5.

Перечисленные материалы и документы ТЭО (пп.2.8, 2.9), если оно составлялось, используют при камеральном трассировании с целью отбора вариантов, подлежащих полевым обследованиям, и для планирования наземных инженерно-геологических съемок масштабов 1:25 000- 1:50000.

Состав и планирование работ

3.5. Основными видами работ являются инженерно-геологические съемки масштабов 1:25 000-1:5 000 и поиски месторождений ископаемых строительных материалов, выполняемые с помощью аэрометодов. Геофизические, разведочные и лабораторные работы проводят в небольших объемах, достаточных для обоснования съемки принятого масштаба и ориентировочной оценки качества материала и запасов перспективных месторождений.

3.6. Программу инженерно-геологических работ составляют как часть комплексной программы изысканий для стадии технического проекта в целом. Намеченные объемы инженерно-геологических работ включают в общую смету по геологическим изысканиям для стадии технического проекта (п.1.9).

Предстоящие инженерно-геологические изыскания регистрируют во Всесоюзном или в территориальных геологических фондах в соответствии с указаниями, приведенными в [182, п.1.18].

3.7. Основные задачи и методика съемок, содержание инженерно-геологических карт масштаба 1:25 000 и крупнее охарактеризованы в работах [21-25]. Поэтому в последующем изложении будут указаны только специфические задачи и требования к проведению крупномасштабных инженерно-геологических съемок на изысканиях железных дорог с учетом особенностей природных условий.

3.8. При аэровизуальных наблюдениях района варьирования трассы уточняют известные или выявляют новые дешифровочные признаки. Особое внимание при этом обращают на обследование с воздуха оползневых косогоров, прижимов, подмываемых берегов, растущих оврагов, конусов выносов селей и оврагов, осыпей, закарстованных участков, заболоченных площадей, солончаков, сыпучих песков, известных ранее и выявленных в процессе облета.

3.9. С учетом результатов аэровизуальных наблюдений по отдешифрированным аэроснимкам намечают рациональные маршруты наземных инженерно-геологических съемок и поисков месторождений строительных материалов, уточняют программу работ (п.3.6).

3.10. Топографической основой съемок служат карты того же или более крупного масштаба и аэроснимки масштабов от 1:17 000 до 1:6 000. Используют также планы масштабов 1:5 000 и крупнее, составляемые при топографической съемке вдоль магистральных ходов по вариантам трассы.

Геологической основой являются карты коренных и четвертичных отложений, гидрогеологические и геоморфологические карты возможно более крупных масштабов. Для хорошо изученных участков из фондовых материалов ведомств можно получить инженерно-геологические карты площадей, где ранее проводились какие-либо отраслевые изыскания, в том числе площадные и линейные. Такие карты можно полностью или частично использовать в качестве основы или вспомогательных материалов при съемках на изысканиях железных дорог.

3.II. На участках с несложными и среднесложными инженерно-геологическими условиями в полосе шириной 300 м вдоль вариантов трассы выполняют съемку масштабов I:25 000 -I:10 000. На площадях со сложными условиями масштаб съемки, проводимой в той же полосе, принимают I:5 000; в отдельных случаях - до I:2 000-I:1 000. В процессе съемок выполняют полевое дешифрирование аэроснимков. Точки наблюдений (обнажения, выработки, водопроявления и др.) привязывают к магистральным ходам и ситуации и показывают на рабочей карте.

3.I2. Если неблагоприятное геологическое явление (п.I.27, табл.I) развито на площади, выходящей за пределы трехсотметровой полосы, то для определения размеров охватываемой им территории, установления интенсивности рельефообразующего процесса и степени его опасности для проектируемых сооружений на этой площади выполняют инженерно-геологические съемки масштабов I:5 000, I:10 000 и I:25 000.

Интенсивность и опасность проявления местного геологического процесса, недостаточная изученность его вызывают необходимость съемок более крупного масштаба. При значительной площади развития явления, измеряемой десятками и сотнями гектаров, нередко целесообразно ограничиться более мелким масштабом съемки.

Оптимальный в каждом отдельном случае масштаб картирования выбирает инженер-геолог съемщик, руководствуясь личным опытом и учитывая необходимость экономии средств и времени. Некоторые рекомендации по выбору масштаба съемки приведены в [26-29,3I].

3.I3. Перечисленные в п. 3.I2 съемки должны охватывать области питания, зоны транзита и площади накопления наносов, участок и базис деформации земной поверхности данным рельефообразующим процессом. При изучении оползневых явлений иногда необходимо картировать склон от бровки и до подошвы, прижимы и размывы снимать от начала и до конца подмываемого участка, снежники, наледи и лавинные выбросы - на всей занимаемой ими площади и т.д.

3.14. Точки наблюдений, геофизической разведки и выработки, закладываемые для обоснования инженерно-геологических съемок принятых масштабов, отмечают на картах, планах и аэроснимках по ситуации или привязывают их к магистральным ходам рулеткой, лентой с применением эккера для восстановления перпендикуляров к линии хода.

На отраженные на топографической основе свежие следы геологических процессов снимают на планы и привязывают их положение в плане и по высоте к магистральным ходам. Геолог должен своевременно заказать геодезической группе партии, отряда соответствующие топографические работы. Снежники, наледи, лавинные выбросы снимают в масштабах 1:5000-1:2000 для определения положения, формы и размеров в начале весны, участки подмывов берегов и развития оврагов - в ее конце. Оползневые склоны, действующие конусы выноса снимают сразу после смещения оползня, осова, прохождения паводка в овраге, селя и т.п.

3.15. Площади, занимаемые солонцами, солончаками, такырами, тограками (линейно-площадные выклинивания грунтовых вод), сырые и мокрые поверхности, болота и торфяники, залежи илов выявляют и оконтуривают по границам распространения соле - и влаголюбивой растительности, понижениям рельефа, на такырах - также по паркетовидным отдельностям, на некоторых солончаках - выцветам и корке солей, болотах - мочажинам и по другим признакам. В сомнительных случаях положение границ уточняют прикопками. Границы и площади наносят на инженерно-геологические карты масштабов 1:25 000-1:5 000.

Обследование болот и залежей илов

3.16. Болота обследуют для установления их геологического строения, отнесения к тому или иному генетическому и строительному типу в первом приближении.

В упомянутой трехсотметровой полосе вдоль магистрального хода болота зондируют через 200 м по ходу и на поперечниках к нему. При пересечении болота на длине, меньшей

200 м, его зондируют в трех точках: у края и посередине. В местах, где зондированием выявлен уклон минерального дна болота, превышающий 1:15, разведочную сеть сгущают так, чтобы расстояние между скважинами не превышало 100 м. Зондировочные скважины заглубляют в минеральное дно болота на 0,5 м.

Извлекая образцы, визуально определяют ботанический состав и степень разложения торфа, литологический состав и плотность подстилающих грунтов, консистенцию сапропелей и глинистых грунтов. По ботаническому составу растительных остатков выделяют верховые, низинные и переходные болота. Степень разложения торфа и наличие в болоте воды и жидких образований, а также слоистость определяют его строительный тип.

3.17. Толщи илов разного происхождения зондируют так же, как и болота. При выдержанности залежи по распространению илов и мощности толщ, например у морских илов, зондировочную сеть разреженят так, чтобы расстояния между скважинами составляли 300-500 м. Мощные залежи илов, например, морских, озерных, лагунных, лиманных, дельтовых, зондируют только до глубины 15 м.

Изыскания в районах распространения подвижных песков

3.18. Основной задачей изысканий является определение направления и скорости движения (главным образом по источникам), состава, сложения и состояния подвижных песков. Более подвержены перевеванию сухие хорошо окатанные кварцевые пески с преобладанием зерен размером 0,1-0,2 мм. Применяют аэрометоды в соответствии с работой [32].

3.19. При инженерно-геологической съемке масштаба 1:25 000 в трехсотметровой полосе вдоль магистрального хода выделяют барханы и барханные цепи, как наиболее подвижные формы рельефа, и другие формы, описывая их положение, ориентацию и размеры. Площади различают по степени

зарастания. Слабо заросшими считают участки, где растительностью покрыто не более 15% площади, средне заросшими – места с растительным покровом от 15 до 35% и заметно заросшими – поверхности, практически закрепленные, растительный покров которых составляет более 35%.

По наличию ветровых сетей, солевых корок в понижениях песчаного рельефа, видовому составу, степени развития и плотности гало- и гидрофитной растительности выявляют и оконтуривают участки увлажнения грунтовыми водами и места засоления. Границы таких участков уточняют прикопками.

В задачи съемки входят также поиски месторождений гравия и глинистых грунтов, которые могут быть использованы для закрепления от выдувания бровок и откосов строящегося земляного полотна.

3.20. С поверхности и из картировочных выработок отбирают пробы песка, характеризующие гребни, наветренный и подветренный склоны эоловой формы рельефа и понижения между ними. Определяют гранулометрический состав, минералогический состав (под микроскопом), засоленность по потере веса при промывании песка. Состав засоления устанавливают по источникам и материалам.

Петрографический состав и крупность гравия, литологический состав и консистенцию глинистых грунтов устанавливают визуально в процессе проходки картировочных выработок.

Работы, проводимые в карстовых районах

3.21. В литературных источниках, фондовых материалах и эксплуатационной отчетности разных организаций могут содержаться сведения об условиях формирования карста, распространения, характере залегания и составе покровных и карстующихся пород и подземных вод, тектонической нарушенности и водообильности массивов, по характеристике форм поверхности и подземных карстообразований, деформациям различных сооружений.

Существенную информацию можно получить при изучении аэроснимков и крупномасштабных топографических карт, на которых нередко показаны и относительно (к масштабу) крупные формы карстового рельефа.

3.22. Инженерно-геологическую съемку масштаба 1:10 000 проводят в полосе шириной 300 м вдоль магистральных ходов по вариантам съемки. Ширину полосы увеличивают, а масштаб съемки укрупняют, если это потребуется для большей полноты изучения карста на данном участке возведения, например, при особой обнаженности.

При съемках особое внимание обращают на установление по обнажениям и проявлениям:

условий залегания карстующихся и покрывающих пород;

петрографического состава и трещиноватости карстующихся и литологического состава покрывающих и пещерных отложений;

расположения, форм и размеров поверхностных и открытых подземных (пещеры) проявлений карста, их приуроченности к разным элементам рельефа и ориентации в плане;

участков поглощения водотоков, выходов родников;

расходов родников;

подобильности территории: формы и густоты гидросети на поверхности и в пещерах, расходов ключей, ручьев и рек, площадей озер и болот;

видового состава, густоты, развития и облика растительности на разных элементах рельефа и участках карстопроявлений.

3.23. В состав картировочных работ входит геофизическая разведка, задачи, содержание и методика которой детально охарактеризованы в работе [34].

Геофизическую разведку нацеливают в основном на выявление карстовых полостей и зон трещиноватости карстующихся и перекрывающих скальных пород, залегающих относительно близко к поверхности земли или обладающих крупными размерами.

Изыскания в зоне распространения многолетнемерзлых грунтов. Мерзлотная инженерно-геологическая съемка

3.24. Специфической задачей инженерно-геологических изысканий в зоне вечной мерзлоты является изучение с целью прогнозирования изменений мерзлотных условий при строительстве и эксплуатации различных проектируемых железнодорожных сооружений:

условий формирования, закономерностей распространения, криогенного строения, температурного режима, сложения, состава, состояния и свойств сезонно- и многолетнемерзлых пород;

особенностей залегания, распространения и режима надмерзлотных и подмерзлотных вод;

условий развития, закономерностей распространения, особенностей и размеров проявления различных мерзлотных процессов.

На первом этапе изысканий для технического проекта решение общих и специфической задач должно обеспечить выбор лучшего в инженерно-геологическом отношении и оптимального по другим сравниваемым технико-экономическим показателям положения трассы. Прогноз изменения мерзлотных условий носит предварительный характер.

3.25. При изысканиях на этом этапе применяют в основном мерзлотные инженерно-геологические съемки с использованием аэрометодов и проводят геофизические исследования с опорной разведкой [35, 36, гл. V-У, 37]. В работе [37] охарактеризованы цели, задачи и приемы мерзлотной инженерно-геологической съемки.

Методика крупномасштабных съемок описана в [22].

3.26. Инженерно-геологическую съемку проводят в полосе шириной 300 м вдоль каждого варианта трассы, а если задачи картирования из-за сложности мерзлотных условий не могут быть при этом полностью решены, полосу съемки расширяют.

В районах сплошного распространения многолетнемерзлых

грунтов принимают масштаб съемки 1:10 000, при их островном распространении и температуре выше $-1,5^{0}$С – масштаб 1:5 000.

Кроме обычных методических приемов инженерно-геологического картирования при мерзлотной съемке большое внимание уделяют описанию, зарисовкам и фотографированию положения, приуроченности к разным элементам рельефа, породам и растительности форм различных криогенных образований разных размеров. К изучаемым образованиям относятся серии:

криогенного выветривания и цементации: каменные россыпи, нагорные террасы, курумы (каменные моря, гряды, потоки и полосы);

миграции воды при промерзании: подземные льды в пластах и линзах, гидролакколиты и наледные бугры, речные наледи (тарыны);

сортировка материала в процессе попеременных промерзания и протаивания: каменные многоугольники и кольца, венцы, пятна медальоны;

пучения грунтов: бугры сезонные и многолетние (булгунняхи), торфяные бугры, вспученные площадки, полосы и отдельные пучины;

морозного растрескивания: жильные льды, грунтовые жилы, полигонально-валиковый и мелкобугристый рельеф, байджерахи;

термокарста: полости в подземных льдах, иногда заполненные грунтами, просадочные западины (аласы), котловины, озера;

термоэрозии и термоабразии на берегах рек, озер и морей: прямолинейные берега, лайды, ниши, карнизы;

термоаккумуляции: валунные косы (корги), каменные отмостки пляжей и бечевников;

солифлюкции: потоки, языки, шлейфы, сплывы и оплывины, гирлянды оплывов, террасы;

мари: моховые, кочкарно-моховые, мохово-кочкарные, кочкарные, кочкарно-бугристые, бугристые, осоковые, осоково-кочкарные, песные, пятнистые и др.

Все перечисленные явления можно выявить на аэроснимках, что облегчает опознание образований на местности и

геологических съемок, геофизических и других картировочных работ.

3.27. Более детально методика изучения различных мерзлотных явлений и процессов описана в работах [22; 37, гл.IУ; 38, гл.П; 39] . Отдельные частные вопросы этой методики рассмотрены в работах [40, 42, 43] . Методика изучения криогенных явлений описана также в [41; 44; 47; 48, приложение II] .

3.28. Дополнительно к содержанию обычной инженерно-геологической съемки, проводимой в общем случае изысканий, в состав мерзлотной съемки входит определение мощности и криогенного строения сезоннопромерзающего (СМС), а при наличии сливающейся вечной мерзлоты – сезоннопротаивающего слоя (СТС).

СТС и СМС изучают в пределах всех форм и элементов рельефа, склонов разных экспозиций и участков, различающихся по видовому составу и плотности растительности, увлажнению поверхности, особенностям накопления снега и по мощности снежного покрова. Представительные участки намечают на аэроснимках, контуры соответствующих площадей уточняют в маршрутах наземной инженерно-геологической съемки и наносят их на рабочие карты.

3.29. Для изучения СТС и СМС используют выработки, проходимые для обоснования мерзлотной съемки. Мощность СТС следует измерять в сентябре, когда практически заканчивается сезонное протаивание грунтов на большей части территории зоны вечной мерзлоты. Если мощность СТС в торфе и супесчано-суглинистых грунтах не превышает I,5м, то ее можно измерить стальным щупом, погружаемым до кровли толщи многолетнемерзлого грунта. Для изучения криогенного строения грунтов СТС благоприятен период времени от полного промерзания в холодном сезоне до начала протаивания с наступлением теплого сезона.

Для измерения мощности СМС и описания его криогенного строения проходят шурфы в марте-апреле, когда сканчивается сезонное промерзание и устанавливаются положитель-

ные среднесуточные температуры воздуха, обусловливающие начало протаивания грунтов сверху и снизу СМС.

Измеряют температуру вскрываемых грунтов по горизонтам изучаемого криогенного строения разведываемых СТС и СМС. Более подробно соответствующая методика изложена в работах [37,40, 49 и 50].

3.30. Приведенная в п.2.7 СНиП II-Б.6-66 классификация текстур мерзлых грунтов дифференцирована, методика изучения криогенного строения последних описана в работах [37,40,50,51].

Различают криогенные текстуры:

массивные - контактного, базального, пленочного и гнездового типов;

слоистые - тонкослоистую (толщина слоев менее 10мм), среднеслоистую (толщина слоев 10-100 мм) и редкослоистую (слои толще 100 мм);

сетчатые - мелкосетчатую (ячейки размером менее 10 мм), среднесетчатую (размер ячеек 10-100 мм) и крупносетчатую (ячейки размером более 100 мм).

Кроме того, по внешнему виду в разрезе изучаемых толщ мерзлых пород выделяют также штуфовые текстуры: порфировидные, атакситовые и ложношлировые.

Электроразведка в зоне вечной мерзлоты

3.31. Электропрофилирование применяют преимущественно при решении следующих задач изысканий:

выявление и оконтуривание островов многолетнемерзлых пород среди талых пород;

локализация перелетков и новообразований мерзлых толщ в пределах термокарстовых форм, пойм и речных островов;

выявление и оконтуривание развитых с поверхности таликов среди мерзлых пород, в том числе под озерами и руслами рек;

установление мощности СТС и СМС в разных точках;

картирование распространения подземных пластовых, погребенных и жильных льдов;

выявление и оконтуривание в плане участков с мерзлыми породами различной льдистости;

литологическое расчленение мерзлых пород по распространению.

3.32. Электрозондирование используют при:

определении глубин залегания сквозных, несквозных и межмерзлотных таликов в толще многолетнемерзлых пород;

установлении глубины залегания верхней и нижней поверхностей толщи многолетнемерзлых пород в заданных точках;

выделении слоев мерзлых пород одного состава, но разных криогенного строения и льдистости;

литологическом расчленении мерзлых толщ в разрезах по составу;

поисках над-, меж- и подмерзлотных вод.

3.33. Методика геофизических исследований детально изложена в работах [37, гл.III,§7; 38, гл.III; 41, 52-54].

Электроразведку, как правило, выполняют в комплексе с мерзлотной инженерно-геологической съемкой в порядке картировочного обоснования последней и для решения отдельных задач изучения мерзлотных условий района и участков изысканий.

Изыскания для выбора оптимального положения трассы на склонах и косогорах

3.34. Основная задача инженерно-геологических изысканий на склонах и косогорах - получение данных для предварительной оценки их общей и местной устойчивости с целью протяжения трассы в наиболее благоприятном направлении.

Задачами инженерно-геологических изысканий являются:

установление генезиса, возраста, истории формирования склона по имеющейся информации и комплексу изучаемых инженерно-геологических условий;

выявление условий залегания, порядка напластования, оценка состава, сложения и состояния пород массива, ограниченного склоном, в его разных участках;

изучение распространения, условий залегания и движения, напора и состава подземных вод массива;

установление характера, происхождения, стадии развития, распространения, размеров и интенсивности проявления различных развитых на склоне и по его периферии геологических и инженерно-геологических процессов с целью предварительной оценки опасности их для проектируемой железной дороги.

3.35. Склоны и косогоры могут быть устойчивыми, условно-устойчивыми, потенциально неустойчивыми и неустойчивыми. На устойчивых склонах нет признаков смещений. Условно-устойчивыми являются склоны с развитым микрорельефом поверхности, где смещения могли быть в прошлом или наблюдается местная неустойчивость покровных слоев пород. Потенциально неустойчивыми следует считать склоны на участках, где местные действующие факторы (подмыв, суффозия, выветривание и др.) приводят к смещениям пород на склоне. Неустойчивы те склоны, на которых происходят обвалы, обвально-осыпные явления, оползни, осовы, солифлюкционные и другие процессы.

3.36. Особенности, задачи, состав, объемы и методика инженерно-геологических изысканий, в частности съемок на неустойчивых и потенциально неустойчивых склонах, изложены в [29,30,47,55-60].

3.37. Методика выполнения инженерно-геологических съемок на участках склонов охарактеризована в работах [22;23;25;27, гл.2,§ 2 и гл.5,§ 2; 61].

3.38. В площадь съемки включают весь склон от бровки до подошвы и картируют его в масштабе 1:25 000. На устойчивых и условно-устойчивых склонах ограничиваются полосой съемки шириной 300 м вдоль каждого варианта трассы.

В той же полосе с захватом участков подмыва подошвы на потенциально неустойчивых склонах принимают масштаб

[illegible] 1:5000–1:2000.

3.39. При инженерно-геологических съемках фиксируют:

высоту склона абсолютную и относительную;

экспозицию разных участков;

крутизну склона в разных частях;

форму склона в профиле и по простиранию;

расчлененность (выступы, перегибы, лога, овраги, троги и др.);

положение, размеры и форму обнажений (утесы, плоские выходы, оползневые срывы, обрывы, срывы осовов и др.);

строение обнаженных участков, состав, сложение и состояние пород в них; трещиноватость скальных массивов;

ручьи на склоне временные и постоянные, их примерные расходы на время картирования, положение;

выходы подземных вод, их положение, форма, расходы, виды (талые, ливневые, конденсационные воды осыпей и курумов, надмерзлотные, грунтовые и др.);

положение, занимаемые площади и формы залегания обвальных масс, осыпей, курумов, осовов, оползней, конусов выноса на склоне и в его подошве;

лавиносборные воронки, кары, их положение и размеры, площади, занятые нерастаявшим снегом, льдом;

крупность и форму обломков в глыбовых развалах, осыпях, курумах;

степень залесения разных участков склона и примерный состав древесной и кустарниковой растительности;

состояние подошвы склона (наличие прижимов, подмывов, обвалов, конусов выноса, осыпей, осовов, шлейфов, валов напора курумов и др.) на разных участках.

Отдельные явления изучают, как указано в литературных источниках, перечисленных в п.3.36.

Поиски месторождений строительных материалов

3.40. Цель поисков – найти в районе карьирования трассы или на прилегающих площадях месторождения строите-

льных материалов, оценить условия их распространения, залегания и транспортирования к трассе, запасы и качество и выделить перспективные по технико-экономическим показателям площади для последующих разведок и опробования.

При поисках опрашивают местных жителей, выявляют имеющиеся действующие и недействующие карьеры строительных материалов, выясняют их ведомственную принадлежность, наличные запасы, производственную мощность и возможность применения ископаемого для строительства дороги ,обследуют отвалы горных предприятий (шахт, разрезов, карьеров) и тоннелей, хвостов заводов по переработке строительного и декоративного камня, изготовлению щебня и др.

3.41. Основные методы поисковых работ - литологическое дешифрирование аэроснимков, аэровизуальные наблюдения, маршрутная геолого-литологическая съемка масштаба 1:25 000. Топографическая и геологическая основы этих съемок те же, что и при инженерно-геологическом картировании (п.3.10). Поисковую маршрутную съемку целесообразно совмещать с инженерно-геологическими съемками для сокращения объемов топографических привязок.

3.42. Направление поисков обусловливается геологическими предпосылками нахождения на изучаемой территории соответствующих отложений. Оно также может быть задано результатами поискового дешифрирования аэроснимков: камерального - до начала полевых работ и полевого - в маршрутах.

Поиски чаще проводят по долинам рек, выявляя залежи песчаного или гравийно-галечного аллювия на террасах, в русле, сухих дельтах, выходы скальных пород в поколях террас или обрывах коренных берегов.

В области развития ледниковых отложений выявляют зандровые, озовые, моренные песчаные и песчано-гравийные образования и валунные поля.

В горных районах находят выходы скальных пород в обнажениях, пиках, обрывах кузет обвальные массы, гибовые россыпи, курумы, осыпи и конусы выноса селей на склонах и в их подошве.

Маршруты съемки прокладывают также к карьерам, раз-

резам, отвалам, местам скоплений промышленных отходов.

При полевом дешифрировании аэроснимков в маршрутах уточняют известные и выявляют дополнительные геолого-литологические дешифровочные признаки.

3.43. Границы выявленных месторождений песка, гравия, камня устанавливают по рельефу, видовому составу, облику и плотности растительности, обнажениям и отражают на аэроснимках и картах.

Если полезная толща перекрыта породами иного состава, на отдельных площадях потенциально крупных месторождений целесообразно произвести электропрофилирование для уточнения границ месторождения и электрозондирование с целью уточнения мощности вскрыши и полезного ископаемого и положения уровня грунтовых вод. Ориентировочно точки вертикального электрического зондирования (ВЭЗ) размещают по сетке 200х200 м, а на вытянутых месторождениях (террасы, озы и др.) по простиранию через 200 м, по ширине через 100 м. На лучах конусов выносов выработки закладывают и ВЭЗ проводят через 100 м (рис.1). В качестве опорных выработок используют обнажения и расчистки, отдельные шурфы и скважины.

3.44. На выявленных и оконтуренных с крупными запасами и хорошим качеством материала месторождениях и отвалах песков, гравия, щебня по сеткам 200х200 м и 200х100 м проходят скважины на всю мощность полезной толщи. По усмотрению геолога-поисковика эти ориентировочные сетки в зависимости от выдержанности строения полезной толщи и состава ископаемого в ней могут быть изменены в сторону разрежения разведочной сети.

Месторождения скальных пород изучают по обнажениям, но в случае необходимости нужно разведывать покровную толщу.

3.45. Из всех выработок послойно отбирают образцы полезного ископаемого для определения гранулометрического и минералогического (петрографического) состава песков, гравия и щебня. Если песок используется в качестве дренирующего грунта, устанавливают угол его естественного откоса в сухом состоянии и под водой, коэффициент фильтрации при максимальной плотности. Для глинистых грунтов вскры-

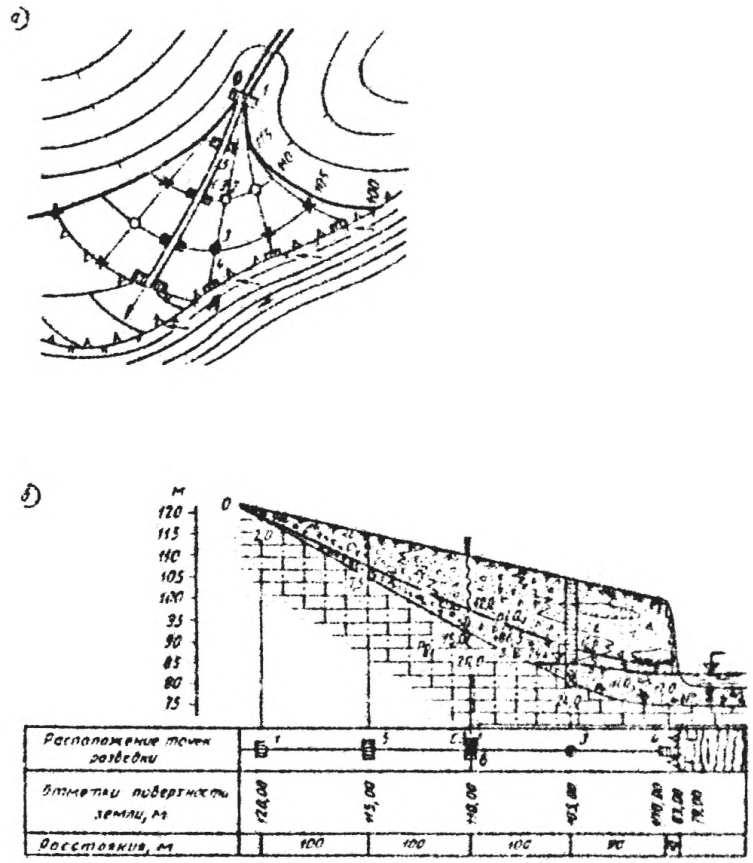


Рис. I. Разведка на древнем конусе выноса как месторождении песка и щебня:
а- план; б- геолого-литологический разрез по лучу АО

ми определяют объемную массу, влажность и пределы консистенции. Из обнажений и расчисток выкалывают штуфы невыветрелого камня по два на каждую разновидность скальных пород для установления их петрографического состава и испытаний на временное сопротивление сжатию в сухом и водонасыщенном состояниях.

Более подробно поисковые работы описаны в книгах [62 и 63].

Работы, выполняемые на вариантах мостовых переходов больших и средних рек

3.46. При изучении материалов ранее выполненных на плесе реки гидротехнических, дорожных и других отраслевых изысканий получают первое представление о геологическом строении, гидрогеологических условиях и свойствах грунтов участка варианта намечаемого мостового перехода.

3.47. Топографическая и геологическая основы инженерно-геологических съемок, выполняемых на участке перехода, указаны в п.3.10. Кроме того, используют планы масштабов 1:5 000-1:1 000, подготавливаемые топогеодезической группой партии, изыскательской экспедиции, и разномасштабные инженерно-геологические карты, имеющиеся в случаях, когда на участке выполнялись отраслевые изыскания, упомянутые в п.3.46.

3.48. Инженерно-геологическую съемку масштаба 1:10 000 -1:5000 выполняют на площади в границах расчетного горизонта высоких вод в полосе шириной 300 м вверх и 200 м вниз от оси варианта перехода. Если вблизи от границ намеченного к съемке участка территории происходят оползни, подмывы берегов, переформирования русла, образуются отмели, косы, осередки, на дне долины наблюдаются карстовые явления и имеются заболоченности, полосу съемки расширяют, а масштаб укрупняют по усмотрению геолога-съемщика.

При наличии на берегах долины неблагоприятных явлений, определяя площадь и масштаб съемки, объемы картировочных работ разных видов, руководствуются указаниями, приведен-

ными в пп. 3.34-3.39 [26].

3.49. При пересечении селеносных долин или если сели проходят по склонам вблизи от варианта мостового перехода и могут угрожать проектируемым сооружениям, инженерно-геологическими съемками масштаба I:25 000 или I:10 000 охватывают область формирования, зону транзита и конус выноса селя. Для расшифровывания съемочных маршрутов пользуются отдешифрированными аэроснимками и проводят полевое дешифрирование.

3.50. Проводя съемки, расчищают склоны, коренные берега реки, уступы террас, описывают их геологическое строение по обнажениям и расчисткам, фиксируют выходы подземных вод и измеряют расходы источников, описывают, зарисовывают и фотографируют морфологические элементы долины и выраженные в рельефе следы геологических процессов, оконтуривают занимаемые ими площади, зондируют болота, как указано в пп.3.15,3.16.

3.51. На переходе выполняют электропрофилирование и ВЭЗ для приближенного расчленения геолого-литологического разреза, установления мощности аллювия, положения кровли скальных, коренных и вечномерзлых пород и изучения рельефа этих поверхностей раздела, выявления и оконтуривания тектонических нарушений, карстовых и мерзлотных полостей, линз и пластов подземных льдов и других новообразований и для выделения на геоморфологических элементах долины отдельных инженерно-геологических участков.

Точки ВЭЗ располагают на каждом из элементов поперечного профиля долины по оси и в местах, где намечено заложить скважины(п.3.52).Опорными для интерпретации результатов геофизической разведки являтся эти скважины и описания обнажений, расчисток и тех выработок, которые были пройдены на участке реки при предшествовавших изысканиях (п.3.46).

Методика электроразведки на участках проектируемых мостовых переходов описана в книге [64].

3.52. Минимальное количество скважин на наиболее конкурентоспособных вариантах мостового перехода три:

по одной на берегах вблизи от меженного уреза воды и одна в русле по фарватеру или в месте наибольшего современного размыва - углубления, выявленного гидрометрическими или геофизическими работами. Если древний размыв, как показала геофизическая разведка, не совпадает с современным, дополнительную скважину проходят по оси погребенного эрозионного вреза.

Скважины проходят на глубину: в слабых грунтах - до 30 м, песчано-глинистых - 15-20 м, крупнообломочных - 10-15 м, скальных - 5 м. Из каждой скважины послойно отбирают образцы для определения пределов пластичности глинистых грунтов, гранулометрического и минералогического (петрографического) состава песков и гравий, петрографического состава и временного сопротивления сжатию в сухом и водонасыщенном состояниях скальных пород. На каждом метре проходки отбирают пробы для определения объемной массы и влажности глинистых грунтов. Колонковый керн скальных пород извлекают целиком.

Используют значения параметров прочности и деформативных свойств грунтов, приведенные в [184, прил.2, табл. 1,2,3].

По горизонтам подземных вод и из русла реки отбирают пробы воды на анализ химического состава.

3.53. Подробнее методика инженерно-геологических съемок и объемы картировочных и других работ на участках вариантов мостовых переходов охарактеризованы в источниках [25;26,гл.У;27;65;66;148].

Обследование участков вариантов проектируемых тоннелей или заменяющих сооружений

3.54. Тоннели, прорезающие выступы и мысы склонов и берегов, называют бортовыми, а прочие - водораздельными[1];

[1] Последнее название условно, так как водораздельные тоннели не только пересекают седла и водоразделы, но могут быть проложены и в пределах склонов.

Варианты расположения тоннелей в плане и по глубине сравнивают в инженерно-геологическом отношении с вариантами глубокой выемки, обхода участка развиваемой трассой. Бортовые тоннели могут быть заменены галереями. На обвальных, лавинных, селевых и некоторых других участках вариант проложения тоннеля конкурирует с вариантами трассирования дороги по поверхности и двукратного пересечения реки, огибающей прижим, выступ коренного берега, мостами.

По трассам обходов тоннельного участка развиваемой линией и в местах, где может быть запроектирована глубокая выемка, изыскания проводят, как сказано в пп.3.34-3.45. Изыскания на участках мостовых переходов, выполняют в соответствии с указаниями пп.3.46-3.53.

3.55. На выступах склонов и берегах во многих случаях имеются обнажения пород и выходы подземных вод, осыпи, осовы, оползни, пещеры и др. Их описания, зарисовки, фотографии представляют собой материал по геологическому строению, гидрогеологическим условиям и развитым на участке варианта проектируемого бортового тоннеля геологическим процессам.

В полосе планового варьирования оси тоннеля, близкой к 300-500 м, ведут инженерно-геологическую съемку масштаба 1:10 000, а на участках проектируемых порталов - до 1:5 000. Если массив тектонически нарушен, в нем имеются зоны брекчирования, милонитизации, сильной трещиноватости и закарстованности, глубокие карманы выветривания скальных пород, зоны обводнения, происходят обвалы на склоне и подмывы берега на участке варьирования тоннеля, то масштаб съемки принимают 1:5 000-1:2 000. Тектонические разрывы, зоны повышенной трещиноватости и закарстованности, обвальные, осыпные и закоренные склоны, подмываемые берега, подлежащие детальному картированию, можно выявить заранее на аэроснимках.

3.56. Если обнаженность участка для указанной в п. 3.55 детальности картирования недостаточна, применяют геофизическую разведку. Она позволяет в первом прибли-

жения установить условия залегания и порядок напластования пород, характер тектонической нарушенности, трещиноватости, закарстованности и обводненности массива, положение зон дробления и карманов выветривания, мощность покровных отложений. Магниторазведку используют для картирования распространения на участке разновидностей изверженных пород.

Методика геофизической разведки изложена в источниках [67-69].

3.57. При плохой обнаженности участка (седла, пологие склоны, плато образные водоразделы, массивы, сложенные несколькими породами, и др.) инженерно-геологической съемкой охватывают места выходов на дневную поверхность пород, в которых предполагается проложить варианты проектируемого тоннеля. К удаленным от участка варьирования выходам прокладывают специальные маршруты инженерно-геологической съемки масштаба 1:25 000, а на местах выходов выполняют плановую съемку масштаба 1:10 000 и геофизическую разведку.

3.58. Для интерпретации результатов геофизической разведки используют данные параметрических измерений, выполняемых на имеющихся или расчищенных выходах пород. Если же на участке и поблизости от него обнажений нет, по оси варианта тоннеля в местах проектируемых порталов проходят на глубину его заложения плюс 6 м две скважины. В случае, когда вариант пересекает овраги, по тальвегу одного из них, более глубокого и ближе расположенного к центральной части намечаемого тоннеля, закладывают третью скважину.

В скважинах проводят электрический, сейсмический и термический каротаж.

3.59. Из скважин постоянно, но не реже чем на каждых двух метрах проходки отбирают образцы грунтов для определения:

пределов пластичности, объемной массы и влажности глинистых грунтов;

гранулометрического и минералогического составов

петрографического составе древны, щебня, гравия, гальки;

петрографического состава и временного сопротивления сжатию в сухом и водонасыщенном состоянии скальных и полускальных пород.

Колонковый керн скальных и полускальных пород отбирают из скважин целиком.

Из каждого встреченного выработкой водоносного горизонта берут пробы воды на анализ химического состава, осуществляют опытные откачки для установления коэффициентов фильтрации водовмещающих пород и водообильности водоносных горизонтов в зоне заложения тоннеля.

3.60. Если на плохо обнаженном участке с тоннельным конкурируют варианты приложения галереи или вскрытия глубокой выемки, в точках максимальной глубины заложения этих сооружений и на пересечении более глубокого лога, оврага закладывают скважины на глубину проектной отметки плюс 2 м.

Все остальные работы выполняют так же, как указано в пп. 3.56-3.59.

Полевая инженерно-геологическая документация

3.61. В процессе проведения различных полевых работ собирают материалы и составляют документы:

комплекты отдешифрированных аэроснимков и перечни дешифровочных признаков по району и участкам изысканий;

рабочие карты фактического материала с нанесенными на них вариантами трассы, маршрутами аэровизуальных обследований, наземных инженерно-геологических съемок и поисков, точками наблюдений, выявленными месторождениями строительных материалов и грунтов, карьерами и отвалами;

журналы: аэровизуальных наблюдений, инженерно-геологических съемок и поисков, геофизической разведки разных видов, зондирования болот и залежей слабых грунтов, бу-

рения и бурфорвания, опытных откачек воды;

каталоги обнажений и выработок, точек ВЭЗ и геофизических параметрических измерений;

ведомости анализов и испытаний грунтов и пород;

бланки с результатами анализов химического состава воды.

3.62. Для составления каталогов выработок следует обрабатывать данные по специально составляемой программе на ЭВМ. Машина систематизирует материал располагая его по вариантам строго в порядке пикетажа, километража, отсчетов магистральных ходов и т.п. Это облегчает получение нужной в данный момент информации из всей совокупности материалов разведки. ЭВМ следует применять для составления каталогов обнажений, точек ВЭЗ и т.п., используя имеющийся опыт, например Ленгипротранса.

3.63. При обработке полевой документации рекомендуется пользоваться работами [22,70, 71-73].

Материалы, используемые в ходе проектных проработок

3.64. При проектных проработках составляют инженерно-геологическую карту района изысканий в масштабе 1:25000 с нанесенными на ней вариантами трассы, месторождениями и карьерами строительных материалов (приложение 2) и карты более крупных масштабов (1:10 000-1:5 000) для участков со сложными условиями, мостовых переходов и тоннельных пересечений, представляют ведомость месторождений строительных материалов с указанием местонахождения, запасов и качества полезного ископаемого, горных условий разработки.

В специальные графы продольных профилей по сравниваемым вариантам трассы вносят информацию о порядке напластования, составе и состоянии грунтов, положении уровней подземных вод, распространении различных геологических явлений.

По участкам мостовых переходов и тоннельных пересе-

чений, сложным в инженерно-геологическом отношении, составляют колонки выработок (приложение 8), геолого-литологические и геофизические продольные и поперечные разрезы.

3.65. В проект включают раздел общей пояснительной записки по выбору оптимального положения трассы и отдельные инженерно-геологические записки в разделы по земляному полотну, искусственным и другим сооружениям; участвуют в дополнительном камеральном трассировании по крупномасштабным (I:I0 000-I:2 000) картам и составляемым изыскателями топографическим планам с целью уточнения положения принимаемой трассы по инженерно-геологическим условиям.

Глава 4. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗЫСКАНИЯ ПО ПРИНЯТОЙ ТРАССЕ ДЛЯ ОБОСНОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОЕКТА ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА

Исходные материалы и требования

4.I. Для выполнения инженерно-геологических изысканий к техническому проекту новой железнодорожной линии в составе технического задания на работы по принятой трассе и ее местным подвариантам, отделу инженерной геологии должны быть представлены следующие материалы:

карты масштабов I:25 000-I:I0 000 с нанесенными на них трассой и ее местными подвариантами;

продольные профили по трассе и ее подвариантам в горизонтальном масштабе I:I0 000 и вертикальном - I:500-I:200;

карты и планы масштабов I:5 000-I:2 000 мест индивидуального проектирования земляного полотна, участков со сложными инженерно-геологическими условиями, мостовых переходов; тоннельных пересечений, площадок раздельных пунктов и рабочих поселков, месторождений грунтов для возведения насыпей и строительных материалов, подлежащих разведке и опробованию;

профили по осям проектируемых малых искусственных

сооружений и тальвегам логов масштабов 1:200-1:100;

поперечные профили масштаба 1:200 в местах индивидуального проектирования земляного полотна и на площадках проектируемого путевого развития на раздельных пунктах;

продольные профили по трассам водоснабжения, канализации, электро- и теплоснабжения, СЦБ и связи и других коммуникаций, положение которых установлено, в горизонтальном масштабе 1:10 000 - 1:2000 и вертикальном - 1:5000_ 1:2000;

схемы размещения крупных производственных, административных, общественных и жилых зданий и сооружений, положение и параметры конструкции которых определены.

В процессе изысканий и разработки проектов профили, поперечники, планы по участкам смещения трассы и проектируемых сооружений получают от топогеодезической группы экспедиции или партии.

4.2. Для ориентировки на местности и возможности точной привязки в плане и по высоте точек всех выполняемых инженерно-геологических работ принятую трассу и ее местные подварианты следует выносить в натуру на всем протяжении.

Инженерно-геологические съемки

4.3. Вдоль трассы и ее местных подвариантов в полосе шириной 500 м выполняют инженерно-геологическую съемку масштаба 1:10 000 с целью детализации результатов съемки масштаба 1:25 000, проведенной при выборе оптимального положения трассы.

Инженерно-геологические съемки более крупных масштабов, так же как и на первом этапе изысканий в стадии технического проекта, проводят на участках со сложными условиями, мостовых переходах, тоннельных пересечениях и, кроме того, в местах индивидуального проектирования земляного полотна и на площадках проектируемых станций.

4.4. По результатам съемок на каждом пересекаемом

трассой геоморфологическом элементе выделяют инженерно-геологические участки, характеризующиеся более или менее выдержанными особенностями геологического строения и гидрогеологических условий. Для оконтуривания участков используют дешифрированные аэроснимки, изменения в составе и плотности растительности, микрорельефе и другие визуальные признаки.

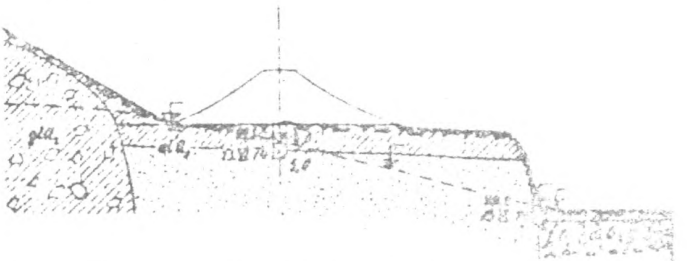
В качестве примеров можно привести следующие инженерно-геологические участки:

I. На поперечном сечении террасы долины крупной реки (рис.2)

в тыловой прибортовой части террасы залегают суглинки мягкопластичной консистенции, содержащие грунтовые воды, которые питаются подземными водами прибегающего склона; выходы подземных вод по линии сочленения склона и террасы образуют мочажины и заболоченность;

средняя часть террасы сложена суглинками тугопластичной консистенции, подстилаемыми водоносными песками;

краевая террасовая полоса, обращенная к пойме долины, хорошо дренирована, сложена мягкими полутвердыми суглинками, а в нижней части - маловлажными песками.



Расположение выработок	1		2	3	
Геоморфологические элементы	Коренной склон	Вторая надпойменная терраса долины			Пойма
Инженерно-геологические участки	1	2	3	4	5

Рис.2. Разведка основания насыпи, проектируемой на террасе долины

2. В радиальном сечении конуса выноса села (рис.3):

в горловине конуса залегают мелкие глыбы и щебень;

средняя часть конуса сложена песком с примесью щебня и дресвы;

на периферии конуса распространены пластичные супеси с линзами мелкого водоносного песка; по линии сочленения конуса с террасой долины, на которую он открывается, выклинивание грунтовых вод обусловило появление заболоченности и мокрых солончаков - тограков.

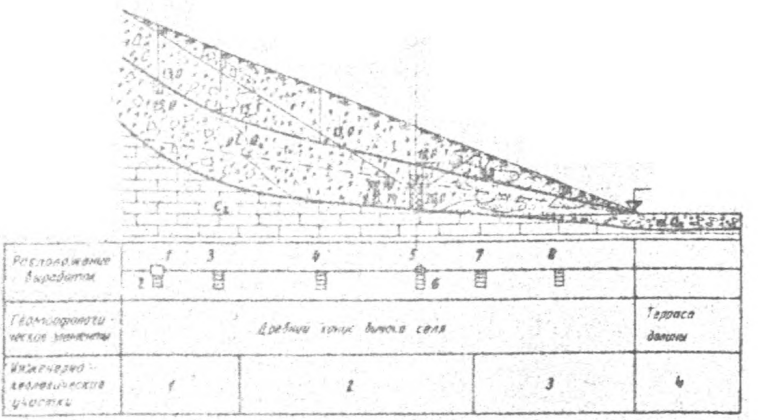


Рис.3. Радиальное сечение конуса выноса села на участке глубокой выемки, проектируемой в его средней части. Схема разведки

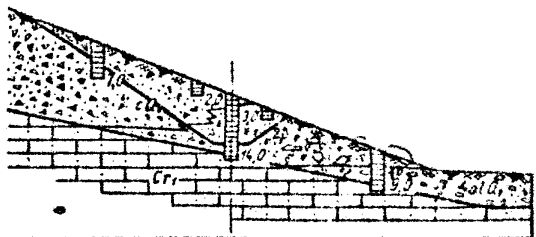
3. По радиусу осыпи (рис.4):

в вершине песок и дресва с примесью щебня;

на периферии мелкие глыбы, щебень, пересыпанные песком.

Если по результатам съемки масштаба 1:10 000 границы отдельных инженерно-геологических участков провести трудно, ее масштаб укрупняют, стремясь нащупать выявляемые контуры картировочными выработками. При слабой обнаженности картируемой местности целесообразно поставить электропрофилирование на небольших площадях вблизи предполо-

гаемых границ выделяемых инженерно-геологических участков. Положение границ уточняют по изменениям электропрофиля.



Расположение скважин и шурфов	1	2	3	4	5
Геоморфологические элементы	*Успокоившаяся осыпь*				*Терраса*
Инженерно-геологические участки	*1*		*2*		*3*

Рис.4. Радиальное сечение устойчивой осыпи на участке проектируемой выемки. Схема разведки

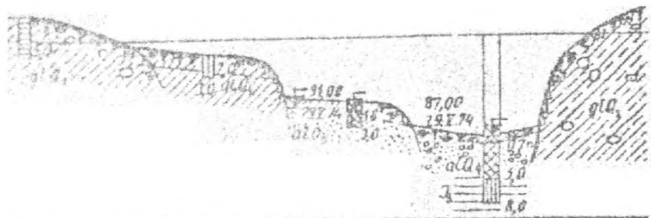
Работы, выполняемые на участках с несложными инженерно-геологическими условиями

4.5. Для возможности построения геологического разреза каждый инженерно-геологический участок следует разведать не менее чем двумя выработками, в число которых входят шурфы, скважины, расчистки и обнажения, в том числе картировочные выработки, пройденные при съемках масштабов 1:25 000 и 1:10 000.

В пределах габаритов проектируемого земляного полотна число скважин может быть небольшим при совместном их заложении в основании насыпи и искусственного сооружения, группы насыпей или выемок, расположенных на одних и тех же инженерно-геологических участках. На рис.5 видно, что для проектируемых вблизи сопряжения склона с террасой долины (два участка) двух насыпей и искусственных соору-

ленгй, а на выступе склона – выемки можно ограничиться проходкой всего четырех скважин, дополняемых при необходимости вертикальными электрическими зондированиями для уточнения положения геологических границ.

Для изучения строения сухих древних террас, служащих основанием проектируемой насыпи на протяжении не более 200 м каждая, при наличии выраженных крутых уступов террас благодаря их расчистке число прочих выработок можно свести к необходимому минимуму (рис.6).



Расположение скважин и расчисток	В	1	2	3	4	5	6	7
Геоморфологические элементы	Третья надпойменная (эрозионная) терраса	Вторая надпойменная терраса		Первая надпойменная терраса		Пойма		Коренной берег
Инженерно-геологические участки	1	2		3		4		5

Рис.6. Разведка основания насыпи, проектируемой на пересечении долины реки, при наличии выраженных уступов террас

В более сложных случаях в основании одной насыпи, массива, прорезаемом выемкой, может потребоваться заложение двух-четырех выработок, не считая расчисток (см. рис.3,4).

Выработки следует закладывать на оси трассы и поперечниках к ней в места, где проектируемые откосы земляного полотна достигают максимальной высоты, а на участках выемок, кроме того, и в местах пересечения тальвегов оврагов.

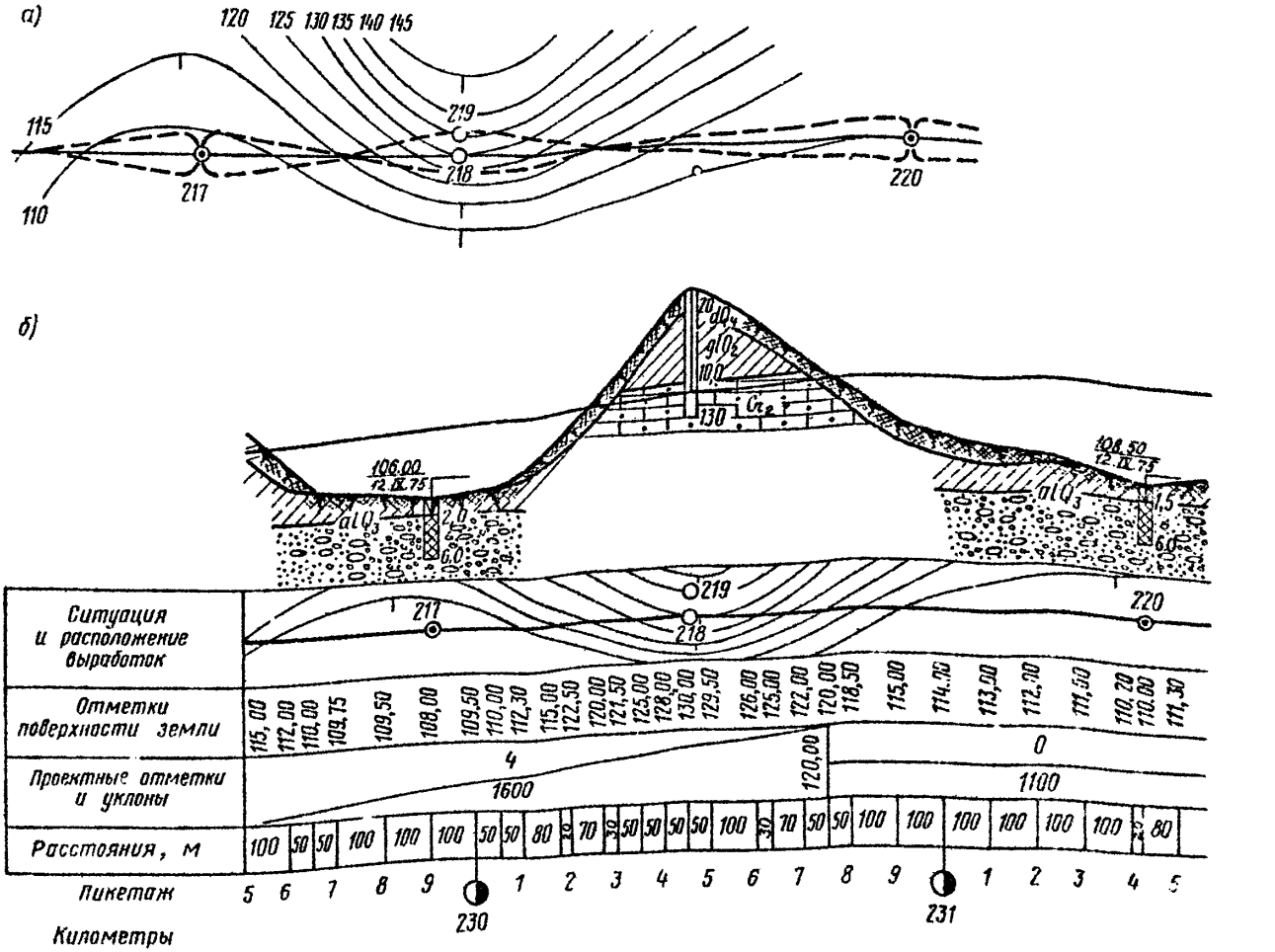


Рис.5. Размещение выработок по трассе. Проектируются две насыпи, две трубы и выемка:
а- план участка; б- геолого-литологический продольный профиль; в- поперечный геологический разрез по месту размещения скважин 219-218
Масштабы: плана I:10000, профиля-горизонтальный I:10000, вертикальный I:500, поперечника I:1000

4.6. Глубину выработок в основании проектируемых насыпей (полунасыпей) принимают: в грубообломочных грунтах - 2м; песчано-глинистых - равной одной четверти высоты насыпи, но не менее 2м; слабых - равной половине высоты насыпи, но не менее 2м.

На нулевых местах выработки проходят до глубины промерзания в данном районе грунтов под оголенной от снега поверхностью. Участки заложения выемок разведывают до проектной отметки плюс глубина промерзания грунтов в основании выемки (полувыемки).

4.7. Из всех выработок с каждого метра проходки влажных песков и глинистых пород всех консистенций, кроме твердой (определяемой визуально), отбирают пробы в бюксы для анализа влажности в полевой лаборатории.

Послойно, но не реже чем на каждых 2 м проходки отбирают образцы для определения гранулометрического и минералогического (петрографического) состава песков и гравия, пределов пластичности и объемной массы глинистых грунтов.

Для участков проектируемых выемок устанавливают, кроме того, углы естественного откоса вскрываемых песков в сухом состоянии и под водой.

Если материал из выемки нужно переместить в насыпи, определяют максимальную стандартную плотность грунтов при оптимальной их влажности.

Сферы воздействия земляного полотна на массив породы и выделение в них инженерно-геологических элементов

4.8. Для проектирования земляного полотна с откосами высотой более 12 м, намываемых насыпей, выемок, разрабатываемых способом взрыва и вскрывающих мягкопластичные глинистые грунты и водоносные горизонты, выполняют расчеты устойчивости [165, п.4.2].

Исходными для этих расчетов являются обобщенные значения прямых показателей свойств грунта, к которым

относятся объемная масса, модуль общей деформации, сцепление, угол внутреннего трения, угол естественного откоса (для песков) и некоторые другие характеристики. Обобщенную величину получают при статистической обработке выборочной совокупности частных значений показателя, относящихся только к отдельно взятому инженерно-геологическому элементу, захваченному сферой воздействия сооружения (в нашем случае выемки или насыпи).

4.9. Под инженерно-геологическими элементами следует понимать генетически однородные пласты, линзы, прослои, в пределах которых значения индивидуальных показателей состава, сложения, состояния и свойств пород носят случайный характер, т.е. их изменчивость в пространстве не подчиняется какой-либо выраженной закономерности [20].

Сферой воздействия земляного полотна на основание можно приближенно считать толщу мощностью, равной одной четверти высоты насыпи или глубины выемки, но не менее глубины промерзания грунтов под оголенной от снега поверхностью в данном районе и не менее 2 м с учетом влияния нагрузки от подвижного состава и напряжений, возникающих в подошве откосов после вскрытия выемки. В откосах выемок эта сфера захватывает глубину промерзания грунтов.

Как правило, выделяемые визуально и по классификационным показателям (гранулометрический состав и плотность песка и гравия, пределы пластичности и консистенция глинистых грунтов) пласты, линзы и прослои грунтов из-за относительно небольших размеров сфер воздействия земляного полотна представляют собой отдельные инженерно-геологические элементы.

4.10. В пределах соразмерных со сферой воздействия земляного полотна геоморфологических элементов (небольшие осыпи, конусы выноса, шлейфы, поймы ручьев и др.) по направлению сноса может проявиться закономерная изменчивость [illegible], сложения, состояния и свойств отложений. В этих случаях выделить инженерно-геологические элементы нельзя.

Закономерная изменчивость, например по гранулометрическому составу песка или консистенции глинистого грунта, может быть обнаружена не всегда. Для ее выявления

целесообразно производить в массовом порядке испытаний грунтов в обнажениях, с поверхности земли, в стенках и на дне шурфов, на кернах микропенетрацию: ударными пенетрометрами системы Ленгипротранса [74] или вдавливаемыми - конструкции ВНИИгидрогеологии и инженерной геологии [75, гл.IУ] и др. Если глубины погружения конуса при одном усилии или усилия при одной глубине вдавливания конуса во многих точках изучаемого пласта, линзы, прослоя остаются примерно одинаковыми, то эти геологические тела представляют собой отдельно взятые инженерно-геологические элементы.

Более подробно методика выделения инженерно-геологических элементов в сферах воздействия сооружений изложена в работах [20,76;77, гл.П, 237]

При предварительной оценке слой можно считать однородным, если предельные значения коэффициентов вариации в процентах не превосходят для удельного веса I, объемной массы 3, влажности грунте и пределов раскатывания и текучести 20 [77].

На более поздних стадиях изысканий критерием выделения слоев, представляющих отдельные инженерно-геологические элементы, может служить коэффициент однородности

$$K = \frac{\sigma}{\Delta},$$

где σ - среднее квадратическое отклонение показателя;

Δ - абсолютная величина максимальной разности среднего $\overline{X}$ и крайнего $X_{кр}$ (минимального и максимального) значений объемной массы, влажности и пределов пластичности.

Однородным является слой, у которого K_{σ_0}, K_w, K_{w_T} и K_{w_p} каждый в отдельности составляет не менее 0,33, а их сумма, или общий коэффициент однородности, - не менее I,33 [77].

Грунт может считаться абсолютно однородным, например в отношении сжимаемости, если деформации частей сооружений, располагающихся на разных участках одного и того же слоя, отличаются не более чем на погрешность самого расчета этих деформаций [77].

При расчете оснований по предельным состояниям слой грунта может считаться абсолютно однородным в отношении сжимаемости, если характеристики грунта изменяются в пределах (от средних значений): объемная масса $\pm 0{,}1\,\gamma$; коэффициенты пористости и сжимаемости соответственно $\pm 0{,}05\,(1+\varepsilon)$ и $\pm 0{,}05\,a$; модуль деформации $\pm 0{,}1\,E$; сцепление $\pm 0{,}1\,C$; угол внутреннего трения $\pm 0{,}5^0$ [77].

Если указанные пределы будут превышены, то внешне однородный по визуальным признакам пласт (слой, линза), выделенный в процессе разведки, должен быть расчленен на отдельные инженерно-геологические элементы.

Необходимые объемы опробования и методика статистической обработки данных для получения обобщенного значения прямого показателя свойств грунтов

4.11. При расчетах устойчивости индивидуально проектируемого земляного полотна на стадии технического проекта принимают надежность исходных данных не ниже 0,9 [78]. Такая надежность - вероятность того, что обобщенный прямой показатель свойства грунта, полученный по ограниченной выборке, отличается от истинного значения, установленного при статистической обработке генеральной совокупности частных величин, не более чем на 10%.

Для достижения надежности, равной 0,9, нужно статистически обработать не менее 20 частных значений прямого показателя. 20-25 определений рекомендуют и другие исследователи применительно к расчетам при проектировании различных сооружений [79].

4.12. Методика статистической обработки экспериментальных данных описана в работах [77, 80, 81, 83, 87, 184, прил. I, 237].

Определение прочности грунтов

4.13. Параметры прочности грунтов используют в расчетах устойчивости индивидуально проектируемого земляного полотна (п. 4.8), при назначении крутизны откосов, раз-

меров бары и т.п. Определение этих параметров входит в число задач инженерно-геологических изысканий.

Прочность грунтов зависит от многих условий, но в первую очередь от состава состояния и сложения грунта, характера его межчастичных связей, обусловленных происхождением, возрастом, фациальной принадлежностью и положением в разрезе отложений. У отдельно взятого грунта прочность изменяется в зависимости от изменения его плотности, влажности, текстуры и напряженного состояния при взаимодействии с различными сооружениями и в разных условиях работы в качестве основания, среды или материала земляного полотна.

4.14. В табл. 2 охарактеризованы виды прочности, отвечающие естественному или измененному инженерным воздействием сложению и состоянию грунтов, и указаны области учета этих видов в расчетах устойчивости земляного полотна.

4.15. Испытание на сопротивление сдвигу должно моделировать взаимодействие грунта со строящимся сооружением. При современных высоких темпах возведения земляного полотна глинистые грунты не успевают консолидироваться во время строительства. Поэтому основным способом определения прочности грунтов является неконсолидированно-недренированное испытание на сопротивление сдвигу в приборах плоскостного среза или по закрытой системе в приборах трехосного сжатия.

Проектом может быть предусмотрена консолидация грунтов основания насыпи, возводимой в замедленном темпе. В таком случае выполняют консолидированно-дренированный сдвиг образцов по методике, регламентированной ГОСТ 12248-66, для определения ожидаемой прочности глинистого грунта.

Некоторые методические рекомендации по определению разных видов прочности грунтов для расчета устойчивости при индивидуальном проектировании земляного полотна приведены в табл. 3.

Таблица 2

Вид прочности грунта	Текстура грунта	Характеристика видов прочности грунта	Необходимость расчета устойчивости				Оценка грунта как объекта разработки
			склонов	откосов	оснований	тела насыпей	
Природная	Естественная	Прочность, которой обладает грунт в условиях естественного залегания в массиве при ненарушенных сцеплении, плотности и влажности. В зоне переменных влажности и температуры несколько изменяется по сезонам года и в многолетнем цикле	+	+	+	–	+
Контактная	–"–	Природная прочность по плоскости напластования, контактам поверхностей трещиноватости, скольжения и др.	+	+	+	–	+
Возникающая	Создаваемая и естественная	Прочность, которую приобретает залегающий в массиве грунт при выветривании под незащищенной (вскрытой) поверхностью, промерзании и оттаивании, пучении, усадке и набухании, просадках и т.п.	+	+	+	–	+
Приданная	Создаваемая	Прочность грунта в насыпи, дамбе, подсыпках и замене в основании выемки и на склонах. Изменяется по величине в зоне подтопления насыпи	–	–	–	+	–
Задаваемая	Создаваемая инженерным воздействием	Прочность, принимаемая по техническим условиям или требованиям проекта грунтам тела насыпи или уплотняемым (увлажняемым) грунтам основания проектируемого сооружения	–	–	+	+	–
Ожидаемая		Прочность грунта основания или земляного сооружения, создающаяся при строительстве или в эксплуатации вследствие консолидации весом сооружения, собственным весом и воздействием подвижной нагрузки	–	–	+	+	–

Примечание. Знак плюс означает необходимость использования, знак минус – ее отсутствие.

Таблица 5

Схема испытания	Вид прочности грунта	Исходные условия испытания грунта		Время проведения испытания, мин	Нагрузки, обжимающие грунт во время проведения испытания (ориентировочно)
		сложение	состояние		
I	Природная	Природное	Естественная тугопластичная, полутвердая и твердая консистенции глинистых грунтов, песчаные грунты плотные и средней плотности	40-50	Проектная нагрузка на основание и природное давление в массиве, ограниченном склоном или проектируемым откосом, ± I кгс/см^2
II	Контактная	Природное с поверхностями контакта	То же. Если по поверхностям контакта в массив проникает вода, образец испытывают в водном окружении	40-50	Природное давление в массиве на контактной поверхности и вес проектируемой на склоне насыпи, ± I кгс/см^2
III	Возникающая	Образовавшееся в массиве и на его поверхности после промерзания, оттаивания, усадки и набухания грунтов	Текучая, текуче- и мягкопластичная консистенция, водонасыщение оттаявших распученных глинистых и песчаных грунтов	I-5	0; 0,5; I кгс/см^2; проектная нагрузка на основание ± 0,5 кгс/см^2
IУ	- " -	То же	Мягко- и тугопластичная консистенция, повышенная влажность набухших или оттаявших, но нераспученных грунтов	I0-I5	Проектная нагрузка на основание ± Iкгс/см^2. Природное давление в массиве, ограниченном склоном или откосом, ± I кгс/см^2
У	Приданная	Насыпь	Твердая, полутвердая и тугопластичная консистенция, малая влажность грунтов существующего земляного полотна	40-50	Бытовое давление в насыпи на интересующей проектировщика глубине с учетом поездной нагрузки ± I кгс/см^2
УI	Задаваемая	Нарушенное (паста)	Полутвердая консистенция, влажность, близкая к оптимальной, плотность, заданная проектом и близкая к максимальной	40-50	Бытовое давление в проектируемой высокой насыпи плюс нагрузка от подвижного состава ± I кгс/см^2
УII	- " -	- " -	Предварительное уплотнение или набухание грунта под одной нагрузкой	40-50	Бытовое давление в проектируемой подтопляемой насыпи плюс нагрузка от подвижного состава ± I кгс/см^2
УIII	Ожидаемая	Измененное нагрузкой	Предварительное уплотнение или набухание под нагрузками, действующими при сдвиге, при естественной влажности или насыщении грунта водой	По ГОСТ I2248-66	Проектное давление на грунты основания плюс нагрузка от подвижного состава ± I кгс/см^2

4.16. Испытания выполняют, пользуясь в основном приборами плоскостного сдвига. Кроме того, при испытаниях по схемам III и IУ (см.табл.3) применяют приборы трехосного сжатия, используя методику "закрытой системы", когда плотность и влажность грунта не изменяются во время опыта.

Испытания глинистых грунтов текучей, текуче- и мягкопластичной консистенции лопастными установками в массиве также предоставляют неконсолидировано-недренированный сдвиг и близки к испытаниям по схеме III (см.табл.3).

Более подробно методика испытаний грунтов на сопротивление сдвигу описана в [77, 83-86, 88, 89].

Испытания грунтов участков выемок, проектируемых в массивах с наклонно залегающими пластами и плоскостями трещиноватости пород

4.17. При подсечении выемкой пластов грунтов или трещин массиве, наклоненных к ее подошве, возможен сдвиг по контактным поверхностям (рис.7). Для определения крутизны устойчивого откоса или расчета и конструктивного оформления поддерживающих сооружений необходимо знать контактную прочность, устанавливаемую в испытаниях по схеме II(см.табл.3). Образец грунта помещают в кольцо прибора плоскостного среза так, чтобы плоскость контакта совпадала с прорезью обоймы прибора. Сдвиг выполняют при естественной влажности грунта или полном водонасыщении образца.

Изыскания на участках распространения скальных пород

4.18. Инженерно-геологические съемки в районах распространения скальных пород выполняют так же, как и в других условиях, но большое внимание уделяют изучению тектоники, трещиноватости пород и коры их выветривания, фото-

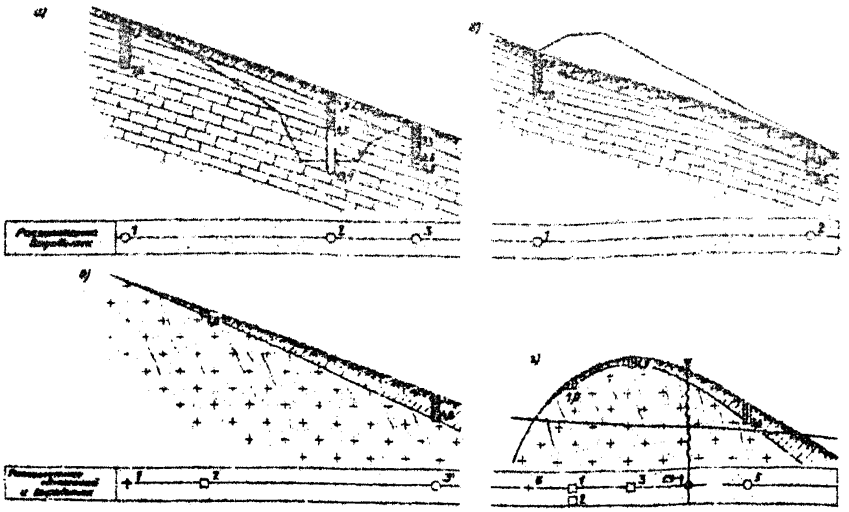


Рис.7. Варианты разведки при проектировании земляного полотна на косогорах и в скальных массивах:
а – при падении пластов пород к оси проектируемой выемки; б – при падении пластов пород в основании проектируемой насыпи; в – на участке массива, сложенного плотными гранитами; г – продольный профиль гранитного массива, где проектируется выемка

рафированию обнажений, изучению явлений бортового отпора.

Кроме упомянутых ранее источников по методике проведения инженерно-геологических съемок (см.гл.3) рекомендуется пользоваться работами [90-97].

4.19. По описаниям обнажений устанавливают примерное геологическое строение и новообразования в скальных массивах отдельных инженерно-геологических участков района изысканий.

Если скальный массив сложен породами одного состава, не рассечен тектоническими трещинами и не содержит глубоких карманов выветривания, разведывают только покровные отложения до кровли прочной невыветрелой скалы (см.рис.7). Из обнажений отбирают штуфы равновидностей свежих невыветрелых скальных пород для определения их петрографического состава, объемной массы и удельного веса, пределов прочности при сжатии в сухом и водонасыщенном состояниях.

4.20. При наличии в массиве толщ и пластов скальных пород разного состава для установления геологического разреза на оси трассы, в при косогорности и наклонах пластов на участке и на поперечниках к ней бурят скважины через 20 м до проектной отметки выемки плюс глубина промерзания пород под оголенной от снега поверхностью в районе изысканий, извлекают полный керн колонкового бурения и из него берут образцы для определения упомянутых классификационных характеристик всех разведанных равновидностей скальных пород.

4.21. Для целенаправленной разведки нарушенных массивов скальных пород, определения мест размещения скважин, их необходимого количества целесообразно предварительно выявлять положение нарушений электро- и сейсморазведкой.

Годографы и аномалии на электропрофилях указывают, как правило, на наличие в определенных местах зон повышенной трещиноватости, участков брекчирования и милонитизации пород, карманов выветривания, погребенных трещин, рвов, коридоров, блоков, отторженцев, останцов обседания

4.22. В этих местах разведочную сеть сгущают. Пример расположения выработок у зон дробления пород показан на рис.8. Скважины проходят до проектных отметок плюс глубина промерзания.

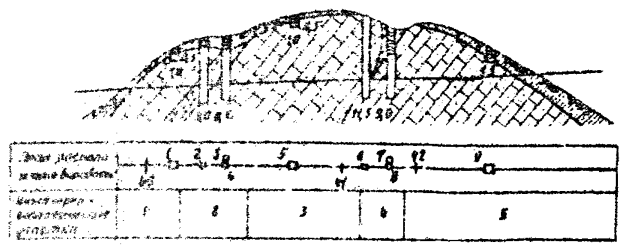


Рис.8. Выемка в массиве, рассеченном тектоническими трещинами. Схема разведки. Инженерно-геологические участки:
I – толща крутопадающих пластов известняков; 2 – зона дробления на контакте толщ известняков и песчаников (тектонический сдвиг); 3,5 – толща крутопадающих пластов песчаников; 4 – зона развала с брекчией

Выработками оконтуривают новообразования в сфере воздействия проектируемой выемки на массив пород. Каждое нарушение разведывают не менее чем двумя выработками.

Скальные породы опробуют, как указано в п.4.19. Из зон дробления и корников выветривания извлекают обрывы глинистых, песчано-дресвяных и щебенистых пород для определения их номенклатурных характеристик (влажность, объемная масса, пределы консистенции, гранулометрический и петрографический составы) послойно, но не реже чем на каждом метре вскрываемого разреза.

4.23. Если выемку в скальном массиве намечено разрабатывать с применением взрывов, проводят детальную сейсморазведку. Скважины проходят до проектной отметки плюс глубина промерзания; из каждой выработки извлекают полный колонковый керн, подсчитывают послойно число разколов (трещин, контактов пластов), приходящееся на 1 м керна. Подвергая результаты подсчетов статистической обработке, получают обобщенное значение

показателя разделенности пласта, толщи или всего охватываемого выемкой участка массива скальных пород.

4.24. Кроме классификационных и прочностных характеристик скальных пород (п.4.19) определяют их твердость по внедрению стандартного штампа и скорость прохождения сейсмической волны [68, 96, 97, 98].

Изучение массивов легко выветривающихся при вскрытии пород

4.25. К легко выветривающимся при вскрытии выемкой скальным породам относят аргиллиты, алевролиты, мергели, мел, трепел, большинство сланцев, песчаники на глинистом и глинисто-гипсовом цементе и некоторые другие породы [165], Массивы этих пород разведывают и опробуют так же, как и массивы прочих скальных пород (пп.4.19-4.23).

На участках индивидуального проектирования необходимо определять характеристики прочности этих пород (пп. 4.11, 4.13-4.17). Методика указанных испытаний имеет ряд особенностей [99].

4.26. Рекомендуется пользоваться также методиками [93, 99, 100 и 101]:

испытаний стойкости пород по отношению к многократному увлажнению и высушиванию, результаты которых позволяют разделять породы на группы: относительно-, средне- и слабоустойчивые, неустойчивые и весьма неустойчивые по отношению к выветриванию;

наблюдений за осыпанием продуктов выветривания различных пород с откосов разной высоты, крутизны и экспозиции для оценки местной неустойчивости и проектирования укрепительных мероприятий.

Если наличных обнажений и откосов на участке для выполнения наблюдений за осыпанием недостаточно дополнительно расчищают склоны, проходят выработки, на которых выполняют наблюдения не менее года.

4.27. Легко выветриваются при вскрытии также плотные коренные глины морского и озерного происхождения.

массивы этих пород разведывают и опробуют так же, как и массивы прочих нескальных отложений, но при этом имеется ряд особенностей [86].

Изыскания на участках распространения набухающих грунтов

4.28. Глинистые грунты с числом пластичности больше 12 способны к набуханию после разрушения их структурных связей выветриванием, в частности промерзанием, пучением и оттаиванием, увлажнением и подсушиванием на откосах выемок. Наиболее подвержены набуханию при выветривании плотные глины неогена и палеогена морского и озерного происхождения, распространенные в Молдавии, на Украине, Северном Кавказе, в Южном Поволжье, Казахстане и Средней Азии в зонах недостаточного и неустойчивого увлажнения.

При увеличении объема увлажняемого образца глинистого грунта от состояния усадки до полного свободного набухания на 10% грунт условно считают ненабухающим. Фактически набухание такого грунта всегда меньше, так как в природе глинистые отложения чаще обладают естественной влажностью, превышающей предел усадки.

Увеличение объема на 10-20% позволяет относить грунт к средненабухающему и более чем на 20% при увлажнении от предела усадки до полного свободного набухания - к сильнонабухающему [165].

4.29. В сильнонабухающих грунтах земляное полотно сооружают по индивидуальным проектам. Для отнесения глинистых грунтов в ту или иную группу по набухаемости определяют коэффициенты набухания и усадки, представляющие собой отношение приращения высоты набухающего образца в кольцах к его первоначальной высоте до увлажнения. Как и в общем случае, определяют удельный вес и объемную массу, влажность и пределы пластичности грунта.

В откосах выемок набухание может обусловить текучее состояние грунта в поверхностном слое мощностью от нескольких сантиметров и до глубины пучения при промерзании,

в затем оттаивании. Сползание грунта текучей консистенции вызывает местную неустойчивость откоса. Для расчета толщины слоя грунта, приобретшего текучую консистенцию в результате набухания и разупрочнения на откосе, может возникнуть необходимость получения зависимости коэффициента набухания от величины нагрузок в интервале от 0 до 0,5 кгс/см^2. Такие нагрузки отвечают бытовому давлению в подошве слоя ослабленного грунта при мощности слоя от 0 до 2,5 м.

Методика перечисленных определений описана в работе [102].

Изыскания для проектирования дренажей

4.30. На участках, где проектируемая выемка будет врезана в водоносный горизонт или хотя бы заденет кайму капиллярного поднятия воды от его уровня, на пучевых и других местах, где близкое к поверхности залегание уровня грунтовых вод может обусловить пучение грунтов или образование наледей, может быть принято решение о закладке дренажей.

По трассе проектируемого дренажа ориентировочно через 50-100 м, а при сложности получаемого геолого-литологического профиля и чаще проходят скважины, заглубляемые на 1 м в водоупорный слой. При глубоком залегании последнего скважины заглубляют в водоносный пласт на 6 м ниже основания проектируемого несовершенного дренажа. Отбирают пробы воды на анализ состава для определения ее агрессивности по отношению к бетону. Схема разведки обводненного массива для проектирования выемки показана на рис.9.

4.31. В карманах глубокого выветривания скальных пород могут присутствовать грунтовые воды, образующие местные бассейны.

При размерах грунтового бассейна в сотни и тысячи кубических метров может возникнуть необходимость опытной откачки для установления статических запасов воды

на участке проектируемой выемки.

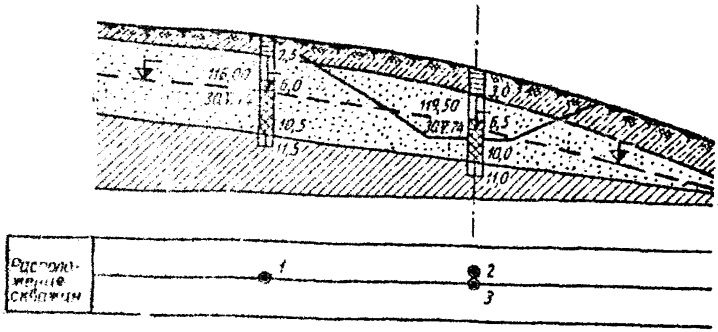


Рис.9. Выемка, проектируемая в массиве, содержащем грунтовые воды. Схема разведки

В отдельных случаях при ожидаемом значительном водопритоке в дренаж из горизонта подземных вод может потребоваться опытная откачка с определением коэффициента фильтрации водовмещающих пород для расчета отверстия дрены.

4.32. Инженерно-геологические изыскания на участках, где проектируемые выемки вскроют напорные, карстовые, трещинные и жильные подземные воды, выполняют по индивидуальным программам.

4.33. Если выемку проектируют в массиве глинистых грунтов с коэффициентом консистенции более 0,25, особое внимание обращают на определение влажности и пределов пластичности. Пробы на влажность отбирают через 0,5 м, для определения пределов пластичности - на каждом метре разреза вскрываемых всеми выработками толщ.

4.34. В соответствии с требованиями [103] на участках гидронамыва насыпей и гидровымыва выемок определяют:

гранулометрический состав размываемых грунтов;

состав и содержание в них растворимых солей и растительных остатков;

объемную массу и удельный вес грунта;

для песков и гравия, кроме того, минералогический (петрографический) состав и качественно степень окатанности частиц (хорошо и малоокатанные и угловатые - неокатанные) визуально под микроскопом;

коэффициенты фильтрации размываемых грунтов в естественном сложении и при максимальной плотности.

4.35. Из скважин в ряде случаев не удается отобрать образцы песков ненарушенного сложения для определения их объемной массы (сухие или водоносные пески). В этих случаях прибегают к статической пенетрации гравия, сухих и водоносных песков для определения их плотности при залегании в массиве.

При определении коэффициента фильтрации размываемых песков и гравия приготовляют образцы с такой плотностью, которая была установлена по объемной массе или статической пенетрацией этих грунтов.

Изыскания на участках распространения болот и заторфованных слабых отложений

4.36. По результатам инженерно-геологической съемки масштаба 1:25 000 и зондирования по редкой сетке, выполненного на первом этапе изысканий для технического проекта при выборе варианта трассы, в первом приближении устанавливают генетический и строительный типы, глубину болота и уклоны его дна, консистенцию торфа (п.3.16). По этим предварительным данным определяют возможность типового или необходимость индивидуального проектирования земляного полотна [165,п.4.2].

При проведении инженерно-геологической съемки масштаба 1:10 000 и полевом дешифрировании аэроснимков по особенностям рельефа, составу, облику и плотности гидрофитной растительности, особенностям поверхностной гидросети уточняют границы и гидрологические условия болот. В случае необходимости положение границ при съемке уточняют контрольными прикопками.

На участках болот, где насыпи предполагается сооружать по типовым проектам, ограничиваются перечисленными инженерно-геологическими работами.

4.37. Железнодорожные насыпи в пределах болот I и III типов глубиной более 4 м и болот II типа глубиной более 3 м при поперечном уклоне дна болот I типа круче 1:10, II типа - 1:15, III типа - 1:20, в пределах болот с торфом разной консистенции, не поддающихся классификации, относятся к объектам индивидуального проектирования.

В местах индивидуального проектирования земляного полотна на болотах зондировочную сеть сгущают. Расстояния между разведочными поперечниками и размещение на них зондировочных скважин зависят от протяженности пересечения болота трассой, уклонов кровли отложений, подстилающих болотные.

Основные схемы зондирования приняты по следующим случаям:

трасса проложена по верховому болоту, развитому на плоской поверхности водораздела, склона, террасы или в широком пологосклонном понижении;

трасса проходит по болоту, расположенному в хорошо выраженной котловине чашеобразной или неправильной формы с уклонами бортов круче 1:20;

трасса пересекает болото компактной или линейно вытянутой в плане формы на длине не более 100 м;

обследуют неправильные по форме в плане болота (протоки, старицы и др.)

4.38. По схеме зондирования, изображенной на рис.10,а, поперечники разбивают через 100 м на протяжении пересекаемого трассой участка болота. В каждом поперечнике зондировочные скважины размещают по оси трассы и в обе

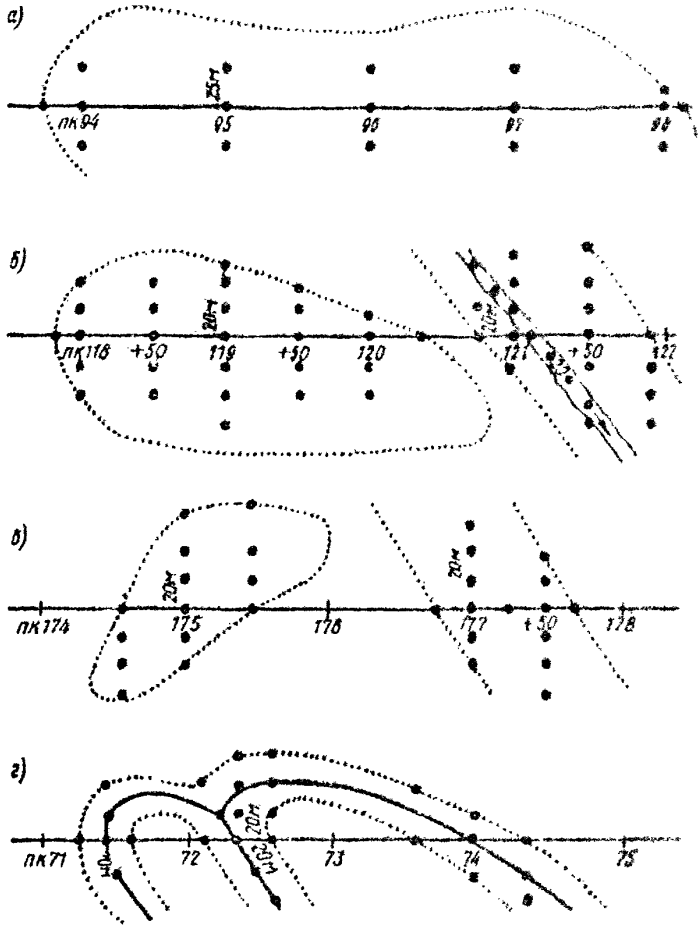


Рис.10. Схемы зондирования болот (а, б, в) и пересекаемых трассой заболоченных стариц и проток на пойме реки (г)

сторону от нее на расстоянии 25 м. Всего на поперечнике задают три скважины в полосе шириной 50 м.

По схеме, показанной на рис.10,б, поперечники задают по трассе через 50 м. На каждом поперечнике проходят осевую и боковые скважины через 20 м друг от друга. В сторону ближайшего края болота от трассы выполняют два зондирования, к более удаленному краю - три. Если трасса пересекает болото примерно посередине, ограничиваются заложением пяти скважин: осевой и двух с каждой стороны на поперечнике. Только на центральном поперечнике проводят до трех зондирований с каждой стороны от оси трассы. Таким образом, на поперечниках может быть пройдено от 5 до 7 зондировочных скважин.

На пересечении трассой выраженной полосы стока на болоте по тальвегу водотока проходят семь зондировочных скважин, кроме того, разбивают зондировочные поперечники через 50 м по длине пересечения.

Общая ширина полосы, охватываемой зондированием, составляет 80-120 м (40-60 м в каждую сторону от оси трассы).

При зондировании болота по схеме, изображенной на рис.10,в, разведочные поперечники разбивают через 25-50 м (их должно быть не менее двух на каждом болоте). Зондировочные скважины на поперечниках размещают так же, как показано на рис.10,б. Если крайние точки по сторонам от трассы лежатся за пределы болота, то его зондируют по краю, уточняя границы.

4.39. На пересечениях пойменных стариц и проток болото зондируют так, чтобы можно было построить геологические разрезы по тальвегам и на поперечниках через вытянутое болото. Примерная схема такого зондирования показана на рис.10,г. При выдержанности болотных отложений и строении разреза число зондировочных скважин может быть намного меньше.

4.40. При зондировании залежей илов морского, лагунного, лиманного, озерного и дельтового происхождения применяют преимущественно схему, изображенную на рис. 10,а, но при обнаружении уклонов дна более 1:15, невыдержанности

мощности, строения и состава отложений зондировочную сеть сгущают.

Залежи речных илов зондируют по схемам представленным на рис. 10, б и в. Преимущественно по таким же схемам зондируют толщи глинистых грунтов, влажность которых превышает предел раскатывания более чем на 75% величины числа пластичности.

4.41. При зондировании послойно, но не реже чем на каждом метре вскрываемого скважинами разреза отбирают пробы торфа для определения ботанического состава, зольности, степени разложения и влажности. Для прочих слабых грунтов устанавливают содержание органических веществ, пределы пластичности, влажность, а в засоленных разновидностях - состав и содержание солей, определяют гранулометрический состав песков и гравия, отобранных на минерального дна болот или из подошвы залежей илов и т.п., пределы пластичности и влажность подстилающих глинистых грунтов.

4.42. В местах индивидуального проектирования земляного полотна проходят отдельные выработки диаметром 89/78 и 127/119 мм стенками БУКС-ЛГТ и другими главным образом для опробования грунтов и уточнения геологического строения и гидрогеологических условий болот и залежей слабых грунтов. Скважины заглубляют в плотные донные отложения не менее чем на 1 м. Выработки ведут в местах пересечения трассой наибольших глубин болота и мощностей залежей.

4.43. Опробование осуществляют с целью получения исходных данных для расчета устойчивости слабых грунтов основания проектируемой насыпи на выпирание, скольжение насыпи по наклонной подошве и определения величины сжатия торфа, оставляемого невыравненным [165].

Из скважин послойно, но не реже чем на каждом метре вскрываемого разреза отбирают образцы грунтов ненарушенного сложения и состояния для лабораторных испытаний прочности и сжимаемости и определения объемной массы. Для монолитных кернов применяют обуривающие грунтоносы системы ШИИС Минтрансстроя, оснащенные устройствами, перерезающими волокна торфа.

Для отбора образцов илов, глинистых грунтов текучей, текуче- и мягкопластичной консистенции и сильно разложившегося торфа используют вдавливаемые грунтоносы с картонным кернопрёмником и подрезающими проволочными или ножевыми устройствами. Конструкции грунтоносов и способы отбора ими образцов слабых грунтов ненарушенного сложения описаны в работах [104, 105].

4.44. При испытаниях торфов и сапропелей, илов, переуплотненных глинистых грунтов на сопротивление сдвигу применяют преимущественно схему II (см. табл. 3) или IУ, также трехосное сжатие монолитных образцов по закрытой системе.

Кроме того, эти грунты испытывают лопастными приборами на сопротивление вращательному срезу в массиве. Рекомендуется применять установки ЦНИИС Минтрансстроя, Фундаментпроекта Минмонтажспецстроя, а на болотах - установки Калининского политехнического института.

4.45. При уклонах кровли донных отложений, подстилающих торф, сапропели, илы и другие слабые грунты, превышающих I:I5, когда возникает опасность сдвижки проектируемой насыпи или оставляемого в ее подошве торфа по наклону, определяют контактную прочность, как указано в п.4.I7. Монолитные образцы отбирают так, чтобы получить контакт торфа и илов с подстилающими плотными глинистыми или песчаными грунтами. При испытании контактную поверхность располагают по вазору особым прибора плоскостного сдвига. Испытание можно проводить и в приборах трехосного сжатия по закрытой системе, когда образец заключен в герметичную резиновую оболочку. Если плоскость контакта окажется наиболее слабой, по ней и произойдет сдвиг в образце.

Если проектом предусмотрена посадка насыпи на наклонную поверхность отложений, подстилающих слабые грунты, контакт создают искусственно, накладывая на образец данного грунта пасту грунта, предназначаемого к укладке, при проектной плотности. В остальном испытания в приборах плоскостного сдвига или трехосного сжатия проводят, как

указано выше.

Как правило, при испытании контактной прочности образцы помещают в водную среду, причем желательно употреблять те же болотные воды. В условиях полевой экспедиционной лаборатории такое требование легко выполнить.

4.46. Для определения коэффициентов уплотнения и консолидации, модулей общей и относительной деформации торфа, оставляемого в основании индивидуально проектируемой насыпи, илов и других слабых грунтов монолиты в водном окружении подвергают компрессионным испытаниям.

Методике этих испытаний и обработки получаемых результатов изложена в работах [107 , 108] .

Обследование участков скальных прижимов, отседающих и подмываемых берегов

4.47. На участках скальных прижимов, подрезаемых рекой или подмываемых волнами на берегах морей, озер и водохранилищ, происходят обвалы. В проекте может быть принято решение о сооружении полувыемки с присыпной полунасыпью, отжимающей русло и линию уреза воды. Во всех перечисленных случаях для оценки опасности эрозии и абразии и возможности проектирования защитных сооружений необходимо знать геологическое строение участка прижима и характеристики слагающих его пород.

Если подмываемый массив сложен одной изверженной породой и не нарушен разломами, не содержит карманов выветривания, для построения геологического разреза достаточно описать береговое обнажение, а за бровкой прижима пройти две выработки до кровли невыветрелой скалы (рис. II). Этого достаточно также и при обследовании массивов ненарушенных осадочных и метаморфических пород, если элементы залегания пластов и трещиноватости хорошо прослеживаются при описании обнажения.

4.48. Если наклон пластов и трещиноватость по обнажениям изучить трудно или в массиве имеются расколы, зоны повышенной трещиноватости и глубокие карманы выветри-

вания, скважины за бровкой берега проходят до проектной отметки выемки плюс глубина промерзания. Для выявления и оконтуривания указанных новообразований может потребоваться заложение на поперечнике нескольких выработок (см.п.4.22 и рис.8). Также поступают при наличии погребенных трещин, рвов, коридоров, оврагов, валов, отторженцев и останцев отседания на склонах.

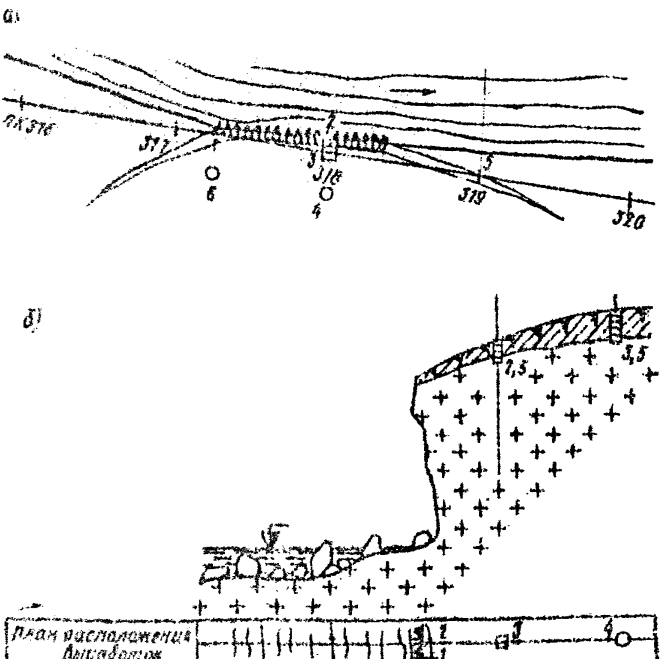


Рис.11. Схема разведки участка скального прижима; а - план; б - поперечный разрез

Кроме того, скважину закладывают на поперечнике у подножия скального обрыва и проходят ею плювий до скалы с заглублением в последнюю на 2 м с целью изучения основания для возможности проектирования здесь укрепительного защитного сооружения против подмыва берега.

4.49. Поперечники из трех или большего числа выработок (с русловыми скважинами) на протяженном прижиме задают на каждом инженерно-геологическом участке, выделяемом при описании обнажений береговых обрывов и выходов скальных пород вв их бровками, если эти выходы имеются.

Если прижимной массив или выступ берега представляет единый инженерно-геологический участок, то на протяженном прижиме разведочные поперечники разбивают на изломах береговой линии, но не реже чем через 100 м (см.рис.11).

4.50. Скальные породы опробуют, как указано в пп. 4.19 и 4.25, а перекрывающие их покровные грунты и аллювий,- как указано в пп. 4.7 и 4.22 . Большое внимание уделяют изучению трещиноватости и выветрелости скальных пород в обнажениях и выбуриваемых кернах (пп.4.18 и 4.23).

4.51. На участках береговых подмывов нескальных пород или размывов, где плиты скальных и рыхлообломочных пород переслаиваются, разведочные поперечники разбивают примерно, как показано на рис.12. Крайними скважинами устанавливают геологическое строение массива по трассе Описывают обнажения берегового обрыва и закладывают скважины у уреза воды или в русле. Расстояние между поперечниками по трассе не должно превышать 100 м.

Забой береговых скважин должен по возможности подсечь слой, размываемый руслом реки, а русловых - пройти этот донный слой на всю его мощность.

4.52. Из выработок послойно отбирают образцы для определения номенклатурных характеристик размываемых и подстилающих грунтов и пород. Если основанием проектируемого защитного или укрепительного сооружения (волноотбойные стенки, шпоры, буны и др.) окажется глинистый грунт, выстилающий также и дно русла реки или водоема, то может понадобиться определение параметров природной прочности грунта по схеме I табл.3 с испытанием образцов в водном окружении в приборах плоскостного среза или по закрытой системе в стабилометрах. При текучей, текучепластичной консистенциях грунта основания проектируемого сооружения следует применять схемы II и IУ табл.3.

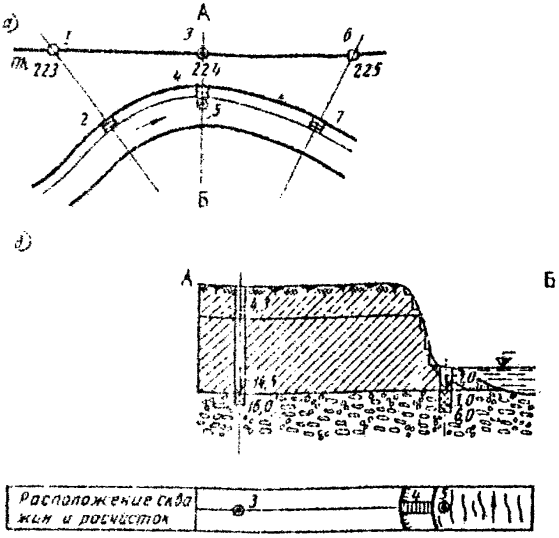


Рис.12. Разведка участка подмыва берега рекой:
а - план; б - поперечный геологический разрез

Изыскания на участках растущих оврагов, угрожающих проектируемым земляному полотну и сооружениям

4.53. Для прекращения роста оврага в длину опоясывают вершины оврага и отвершков водоотводной нагорной канавой. Вершинный и донный размыв грунтов прекращают креплением каменными барражами, отмостками, а при наличии врева в плотные породы - плетневыми запрудами и отмостками. Последними укрепляют также стенки оврага от бокового размыва. Если овраг врезался в горизонт грунтовых вод, может возникнуть необходимость их каптажа или перехвата дренажем.

Во всех случаях проектирования перечисленных соору-

жений необходимо устанавливать геологическое строение и гидрогеологические условия участка овражообразования и сопротивляемость грунтов размыву, что и входит в задачи инженерно-геологических изысканий.

4.54. При изысканиях необходимо располагать продольными геологическими профилями по бровкам и дну оврага и поперечными геологическими разрезами в верхней и средней частях вреза до месте, где донный размыв практически прекращается и дно оврага обладает весьма малым падением, т.е. практически горизонтально.

Для построения упомянутой инженерно-геологической модели используют расчистки обоих бортов оврага на каждом из проряваемых им инженерно-геологических участков, но не реже чем через 20 м. На верховом участке оврага, где он врезается вглубь, на этих же поперечниках со дна проходят скважины, заглубляемые в самый нижний из подвергающихся размыву в устье оврага слой, но не менее чем на 3 м.

На продолжении продольной оси оврага проходят скважину на трассе до этого же слоя плюс 3 м. На продолжении одного из поперечников через овраг на трассе проходят вторую такую же скважину.

Общее число расчисток в зависимости от длины активной части оврага может быть значительным. Число скважин редко превышает 7. Пример расположения выработок показан на рис.I3, а,б,в.

4.55. Если овраг подрезал горизонт грунтовых вод в крупных и гравелистых песках (см.рис.I3) и водопроницаемость таких пород большая, то в таких случаях может потребоваться определение коэффициентов фильтрации опытной откачкой с целью проектирования опоясывающего дренажа. Для этого определяют номенклатурные характеристики всех вскрытых оврагом и выработками грунтов. Когда овраг врезан в супесчаные грунты, может возникнуть необходимость анализа их гранулометрического состава и сцепления для оценки размываемости (гранулометрический состав определяют по ГОСТ I2536-66; сцепление устанавливают, испытывая

образцы в водной окружении в плоскостных приборах по схеме IУ табл.3).

Работы на закарстованных участках

4.56. Методика проведения разномасштабных инженерно-геологических съемок имеет специфический характер [31,110]. При проведении съемок масштабов 1:25 000 и 1:10 000 и дешифрировании аэроснимков выявляют, описывают, зарисовывают и фотографируют все поверхностные проявления карста и открытые пещеры. При описании обнажения особое внимание обращают на изучение петрографического состава, трещиноватости и кавернозности пород, изучают все поверхностные водотоки и водоемы, места поглощения воды и выходы подземных вод.

4.57. Геофизическая разведка позволяет [34] выявлять более крупные и расположенные ближе к поверхности (и в первом приближении сконтурить проекции в плане) карстовые полости, зоны повышенной трещиноватости, кавернозности и обводнении пород и скрытые под плащом покровных отложений тектонические разломы, где карст, как правило, развивается более интенсивно, чем в прочих условиях.

Массовая резистивиметрия водотоков, водоемов, выходов подземных вод помогает установить минерализацию поверхностных и подземных вод. В сочетании с химическими анализами отдельных проб резистивиметрия позволяет определить агрессивность местных поверхностных и подземных вод по отношению к карстующимся породам.

4.58. Для определения мощности кровель карстовых полостей, размеров последних по вертикали, наличия, состава, сохранности и состояния в них заполнителя необходима разведка. Особенности бурения скважин на закарстованных участках описаны в работе [31].

Разведывают только те полости, выявленные геофизической разведкой, проекции которых попадают в пределы габаритов проектируемых сооружений (рис.14). Скважину проходят по центру контура подземной полости. Недостаточная точность геофизической разведки может привести к тому, что скважина пройдет по краю полости или даже не заденет

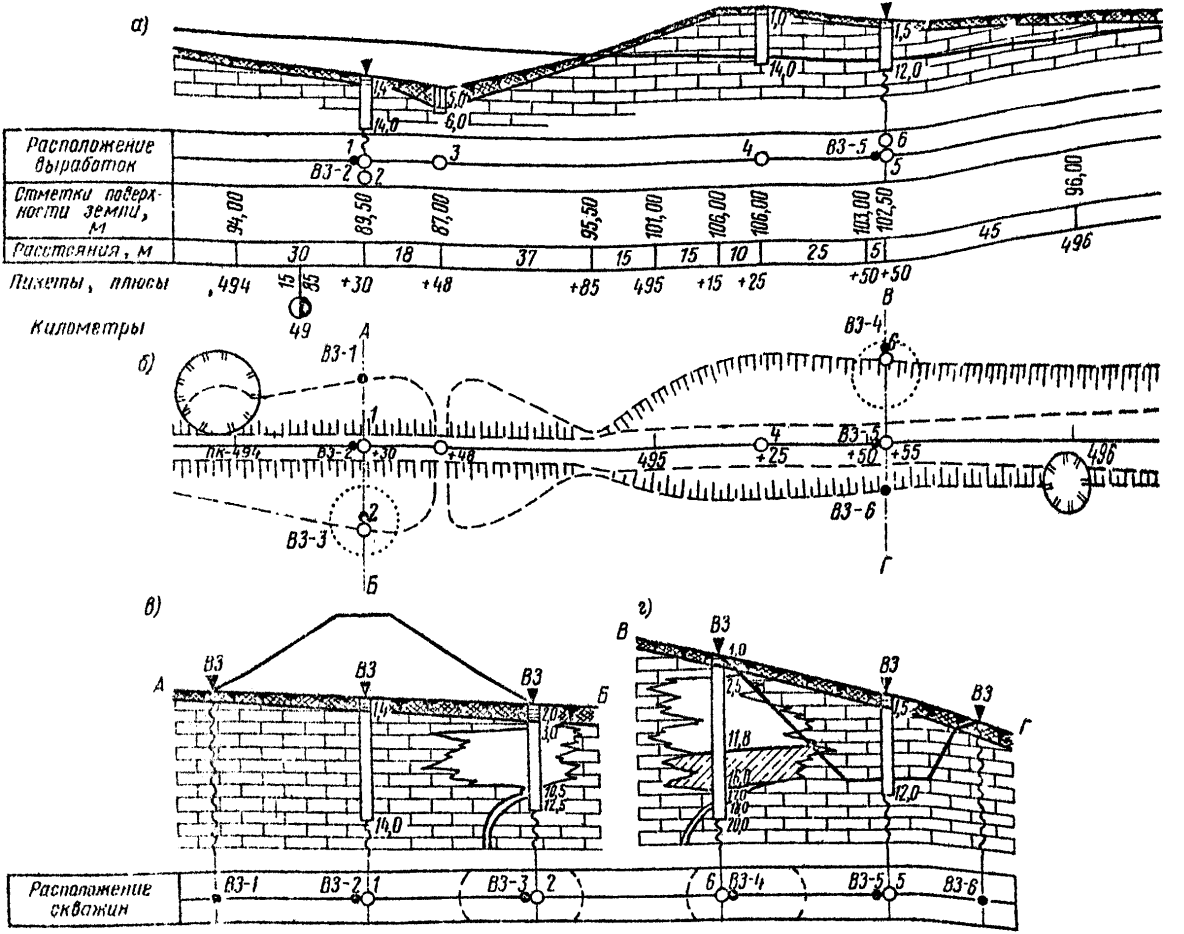
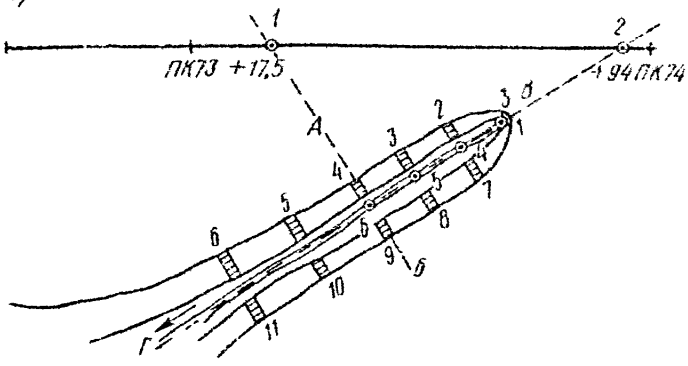
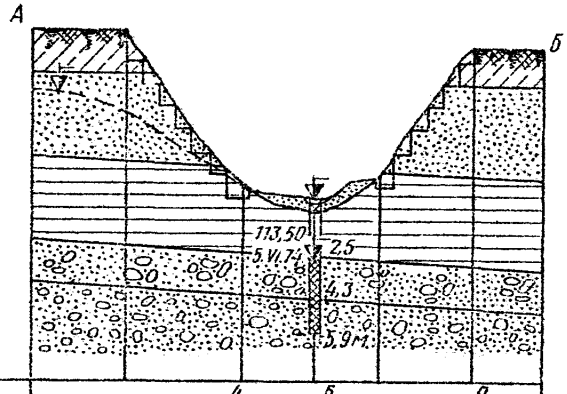


Рис.14. Примерная схема разведки закарстованного участка:
а- продольный профиль по оси трассы; б- план; в- поперечный геологический разрез на участке проектируемой насыпи; г- поперечный геологический разрез на участке проектируемой выемки

а)

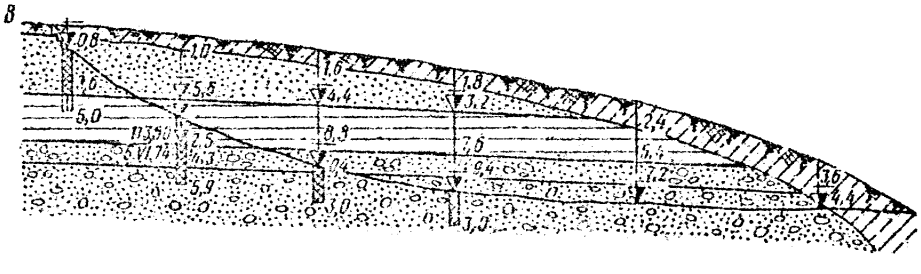


б)



Расчистки, скважины и их номера			4		5		6		9	
Отметки поверхности земли, м	119,20	119,20	112,20	112,00	113,00	118,80	116,70			
Расстояния, м		4		5		3	3		4	3

в)



Расчистки, скважины и их номера	I	3	2	4	3	5	4	6	5	6
Отметки бровки, м	120,00	120,00	119,20		112,60		116,00		113,00	108,00	103,30
Отметки дна русла, м	120,00	118,00	112,00		107,60		105,40		104,40	103,60	103,30
Расстояния, м		2	10		12		12		16	16	

Рис.15. Схемы разведки на участке оврага:
а- план; б- поперечный разрез по сечению А-Б;
в- продольный пробивка по правому борту и дну оврага

ве. Тогда закладывают вторую скважину ближе к оси проектируемого земляного полотна. Скважины заглубляют на 1-2м в дно вскрытой полости. Если скважины не встретили полости, пройдя в скале 3-4 м ниже проектной отметки основания проектируемой выемки или насыпи, бурение целесообразно прекратить.

Разведку зон повышенных трещиноватости , кавернозности и обводненности выполняют, как указано в пп.4.21 и 4.22.

4.59. Отбирают полный колонковый керн песчаных и скальных пород из всех пройденных скважин, определяют его выход, подсчитывают число расколов по плоскостям напластования и трещинам в разных точках разведки, визуально оценивают степень кавернозности пород.

Для песчаноглинистых и древнеосадочных пород, перекрывающих карстующиеся породы и заполняющих трещины, карстовые полости и пещеры, определяют влажность, пределы пластичности, объемную массу, гранулометрический состав и другие номенклатурные характеристики послойно, но не реже чем на каждом метре вскрываемого скважинами разреза.

Точно так же для покровных скальных и карстующихся пород определяют петрографический состав и временное сопротивление сжатию в сухом и водонасыщенном состояниях в каждом пласте, но не реже чем через 2 м по разрезу.

4.60. Для изучения карста в карбонатных породах достаточно работ, перечисленных в пп. 4.56-4.59.

При изысканиях в районах распространения сульфатных и хлоридных быстро растворяющихся пород необходимо оценивать интенсивность развития и прогнозировать влияние карста в эксплуатационном периоде на проектируемое земляное полотно и сооружения.

Опасным для устойчивости земляного полотна железных дорог следует считать появление на площади 1 км^2 одного карстового провала раз в десять лет [III] . Это означает, что под полотном при высоте откосов до 12 м на 1 км протяжения дороги вероятность образования провала равна 200 годам, что примерно соответствует максимальному

сроку ее службы.

4.61. Среднегодовое количество карстовых провалов на площади, выбранной в качестве представительного участка, устанавливают:

по материалам стационарных наблюдений карстовых станций в районе изысканий;

опросом местного населения, особенно старожилов;

сравнением аэроснимков разных лет;

по визуальным признакам, описываемым при проведении инженерно-геологических съемок (возраст деревьев и др.);

сравнением с другими карстовыми участками, находящимися в районе изысканий в сходных условиях.

Методика определения возраста карстовых воронок изложена в работах [31,III].

4.62. Степень устойчивости участка характеризуют также густота и карстопроявлений, их размеры, трещиноватость и тектоническая нарушенность пород, водообильность территории и агрессивность вод по отношению к карстующимся породам, энергия рельефа и некоторые другие факторы.

Для оценки карстоопасности в зависимости от тех или иных условий и факторов развития карста рекомендуется пользоваться работами [31,II0-II3].

4.63. В проекте земляного полотна может быть принято решение о назначении защитных мероприятий и сооружений на карстоопасных участках.

В зоне полного водонасыщения гипсов, гипсо- и солеиосных пород могут быть запроектированы дренажи и экраны, перехватывающие и отводящие воду от защищаемых участков. По трассам этих сооружений через 50-I00 м закладывают скважины, проходимые до водоупора или заглубляемые в монолитную скалу на I м.

Для определения коэффициента фильтрации пород осушаемого массива и расчета ожидаемого водопритока в проектируемую дренажную сеть выполняют опытные откачки, отбирают пробы воды на анализ состава для установления ее агрессивности по отношению к бетону проектируемых сооружений.

Изыскания на участках склонов

4.64. При проведении инженерно-геологических съемок масштабов 1:10 000 и крупнее, разведочных и других работ, опробовании грунтов уточняют полученные еще при изысканиях для выбора варианта трассы (пп.3.34 и 3.39)данные о геологическом строении, гидрогеологических и мерзлотных условиях массива, составе, сложении, состоянии и свойствах слагающих его пород и о неблагоприятных склоновых процессах, если они развиты на участке.

4.65. На устойчивых и условно-устойчивых (п.3.35) склонах и косогорах для установления геологического строения, гидрогеологических условий и возможности опробования грунтов закладывают (см.рис.4 и 7,в,б,в) две, реже до четырех выработок (пп.4.20, 4.23, 4.25).

Выработки проходят до кровли плотных невыветрелых изверженных пород (см.рис.7,в,г) или пласта, по которому возможно смещение возводимой насыпи (см.рис.7,б), но не глубже 5 м. На участках проектирования выемок скважины заглубляют до проектной отметки плюс глубина промерзания пород (см.рис.3,4,5,7а), а боковые выработки на поперечнике – до кровли плотных невыветрелых пород несмещаемого пласта (см.рис.7,а).

4.66. Потенциально неустойчивы те склоны и берега, которые сложены глинистыми породами, обладающими свойствами ползучести, пластами, наклонными к оси трассы (если они будут подсечены выемками, содержат зоны повышенной трещиноватости, наклонные к оси трещины, карманы глубокого выветривания),подмываются рекой, водами водоема или эродируются оврагами, нарушаются отседаниями.

Случаи разведки таких массивов описаны в пп.4.17 (см.рис.7), 4.22 (см.рис.8), 4.47–4.49 (см.рис.II),4.5I (см.рис.I2) и 4.55 (см.рис.I3).

4.67. Вскрываемые выработками породы на участках устойчивых склонов опробуют, как указано в пп.4.7,4.19, 4.20, для установления номенклатурных характеристик, влажности и объемной массы грунтов.

Для условно устойчивых склонов (но часто обладающих местной неустойчивостью) необходимо, кроме того, определять в соответствующих случаях стойкость пород по отношению к многократному увлажнению и высушиванию (п.4.26), коэффициенты набухания и усадки и зависимость коэффициента набухания от величин нагрузок на грунт (п.4.29), углы естественного откоса песков в сухом состоянии и под водой (п.4.7).

4.68. На участках потенциально неустойчивых склонов может возникнуть необходимость определения (кроме номенклатурных характеристик):

прочности пород на контакте покровных и подстилающих скальных и по плоскостям раздела пластов и падения трещин, как указано в пп.4.14, 4.16, 4.17 (испытание по схеме II табл.3);

размываемости и прочности грунтов, насыщаемых водой при подмыве в откосе, как указано в пп.4.52 и 4.55 (испытания по схемам I, III и IV табл.3);

длительной прочности глинистых грунтов, внутреннее трение которых мало или практически отсутствует; это испытание выполняют по схеме I табл.3, тщательно изолируя грунт для предотвращения изменения его влажности и плотности. Но проводить испытание предпочтительнее в приборах трехосного сжатия по закрытой системе. Время испытания может быть весьма длительным (недели и месяцы). Методика проведения таких испытаний охарактеризована в работах [114, 115].

4.69. Разведку и опробование грунтов на неустойчивых склонах выполняют по индивидуальным программам.

В простейших случаях при использовании возможности описания обнажений и расчисток (в скальных и подмываемых обрывах, откосах оврагов оползней и осыпей), проглядывания рыхлых глубоких разведок до скального основания и т.п. число разведочных скважин, как это показано на рис. 11, 12, 13 и 15, сводят к минимуму. Но глубина и объемы планируемой разведки могут быть значительными, поскольку необходимо пройти скважины до кровли плотных неразмывае-

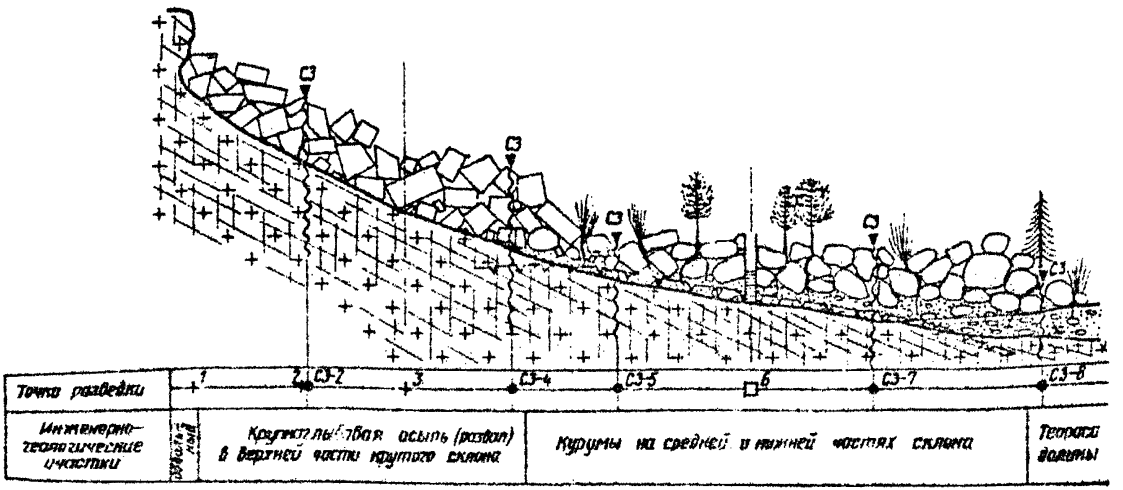


Рис.15. Примерная схема разведки склона, покрытого глыбовыми осыпями и курумами, с помощью сейсморазведки и редких опорных выработок и обнажений.

мых пород (см.рис.I2) и углубиться ниже самой нижней поверхности скольжения (сдвига) оползней (рис.I6-23).

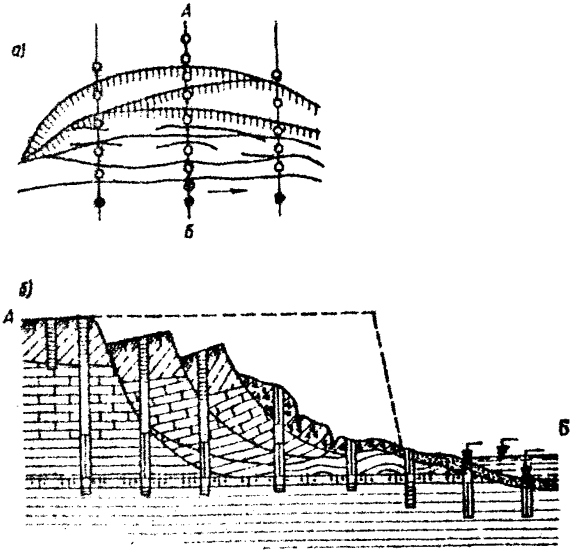


Рис.I6. Схема разведки на участке оползня выдавливания:
а – план; б – продольный геологический профиль по линии АБ

Обнажений и единичных выработок может оказаться недостаточно для интерпретации результатов микросейсмозондирования на глыбовых осыпях, образовавшихся при обвалах скальных уступов, и курумах (см.рис.I5).

Осыпь, курум проходят шурфами, осторожно дробя глыбы взрывами мелких шпуровых и накладных зарядов. По мере углубления стенки шурфа укрепляют бревнами, воду, если она поступает в выработку, отливают, мерзлоту оттаивают или выкапывают.

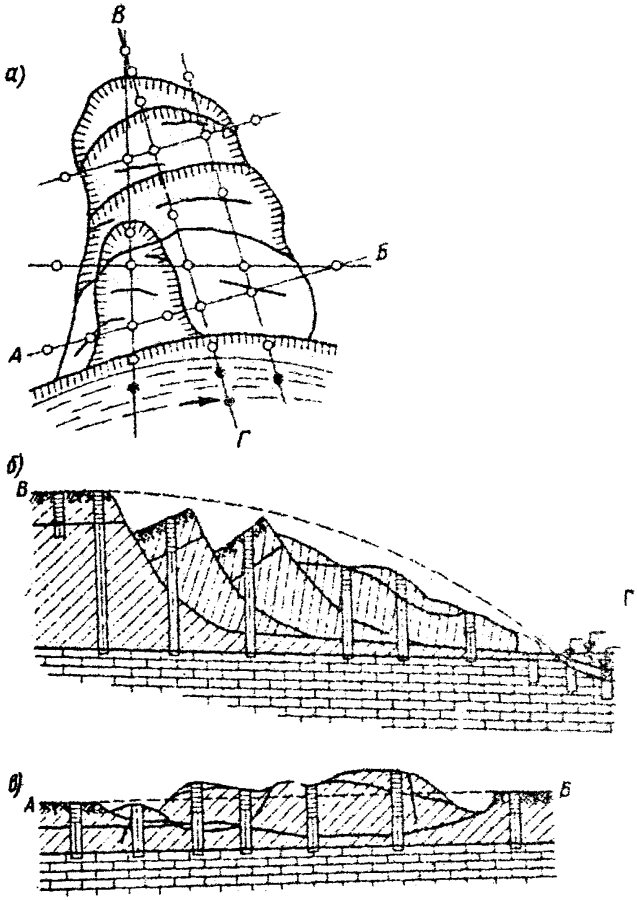


Рис.17. Схема разведки на участке оползня срезания: а- план; б- продольный геологический профиль по линии ВГ; в- поперечный геологический профиль по линии АБ

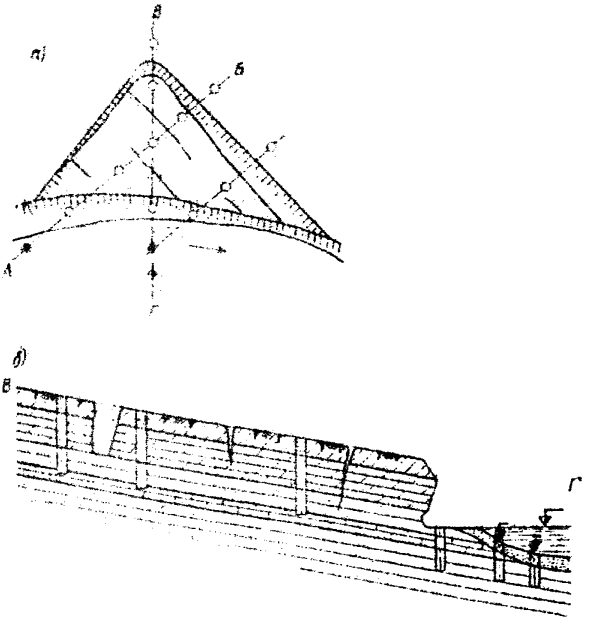


Рис.I8. Схема разведки на участке оползня сбскальзывания:
а - план; б- продольный геологический профиль по линии ВГ

4.70. При вскрытии выемок могут произойти оползни скольжения отрывающихся блоков породы (подсеченных откосами полотна) по контактам пластов или поверхностям развитой трещиноватости, падающим по склону (см.рис.7,а). В практике изысканий чаще всего встречаются крупные оползни выдавливания, срезания, сбскальзывания, суффозионного выплывания, течения, проседания, сплывов и разжижения (см.рис.I6-23).

Краткая характеристика перечисленных оползней приведена в табл.4.

Таблица 4

Оползни	Геологическое строение массива, ограниченного склоном	Основные причины оползневых смещений	Механизм развития оползневого процесса		
			Характер смещения пород	Форма поверхности смещения	Форма оползня в плане
Оползни выдавливания (см. рис.I6)	Горизонтальные или слабо наклоннозалегающие пласты прочных пород подстилаются в основании склона глинами	Ползучесть глины (крип). Изменения напряженного состояния массива вследствие увеличения высоты и крутизны склона при подрезании его основания реками, водохранилищем, озером, морем, подсечкой выемкой, нагружением при возведении на склоне или у его бровки зданий и сооружений	Вязкопластическое течение и выдавливание глины в подошве склона со сколом и разрывами жестких пород, залегающих выше	Четкой поверхности смещения нет. Образуется зона перемятого грунта на неровной прогнувшейся кровле глинистого пласта	Фронтального типа или циркообразная
Оползни срезания (см.рис.I7)	Массив сложен одной глинистой породой или горизонтально и слабо наклонно залегающими слоями различных пород		Смещение откалывающихся от массива блоков пород книзу по склону с их запрокидыванием	Криволинейная, круглоцилиндрическая	Циркообразная, глетчеровидная
Оползни соскальзывания (см. рис.I8)	Пласты разных или одной породы наклонены вниз по склону. На контактах пластов могут быть глинистые прослои и примазки	Снижение прочности пород, главным образом глинистых, на контактах пластов и по трещинам при увлажнении подземными и подтопляющими водами	Смещение откалывающихся от массива блоков пород по прослоям или контактам с увлажненной ослабленной породой	Плоская наклонная, по трещинам разрыва сплошности массива иногда вертикальная	Угловатых очертаний, иногда фронтального типа
Оползни суффозионного выплывания (см.рис. I9)	На склон выходит пласт водоносного песка, залегающий среди слоев других пород, в том числе водоупорных	Разрыв сплошности массива при вымывании частиц песка на склон подземными водами под действием гидродинамического давления	Выплывание песка на склон или в его подошве, сопровождающееся сколом, оседанием и смещением залегающих выше толщ пород	Нечеткая или совпадает с кровлей водоупорного пласта, подстилающего водоносный песок	Циркообразная или фронтального типа
Оползни течения (см.рис.20)	Участок сложен глинистыми, нередко с примесью грубообломочного материала породами	Снижение прочности пород при увлажнении и выветривании (усадка и набухание, промерзание и оттаивание и др).	Пластическое течение всей массы или нижней части толщи покровных пород со сколом корки залегающего выше подсушенного грунта	Определяется рельефом кровли толщ пород, подстилающих покровные грунты, часто неровная	Глетчеровидная, ложкообразная или неправильная
Просадочные оползни-потоки (см. рис.2I)	Лессовые просадочные грунты залегают на непросадочных чаще глинистых или скальных породах	Снижение прочности при увлажнении и частичной просадке лессовых покровных пород вследствие потери части структурного сцепления	Вязкое течение разжиженного грунта в нижней части просадочной толщи со сколом, проседанием и смещением блоков залегающего выше подсушенного грунта	То же	Глетчеровидная, циркообразная
Сплывы, оплывины (см.рис.22)	Глинистые и пылеватоглинистые грунты-элювий легковыветривающихся пород, делювий, десерпций. Иногда содержат дресву и щебень в различных количествах	Снижение прочности грунтов при увлажнении, усадке, набухании, промерзании и оттаивании	Быстрое вязкое течение по склону, откосу грунтов текучей, текуче- и мягкопластичной консистенций	Неясно выражена или совпадает с подошвой оттаивающего слоя сезонного промерзания	Каплевидная, эллипсоидальная или неправильная
Оползни разжижения грунта (см рис.23)	Глинистые слабо литифицированные ранее засоленные, а затем выщелоченные тиксотропные глинистые грунты невысокой прочности	Снижение прочности пород при выщелачивании солей водой. Быстрый переход из состояния геля в состояние золя при ударах (ураган, землетрясение, штормы и др.)	Быстрое вязкое течение по склону разжиженных грунтов покровных слоев	Нечеткая, чаще совпадает с подошвой слоя выветривания и выщелачивания пород	Без ясных границ, глетчеровидная, каплевидная или неправильная

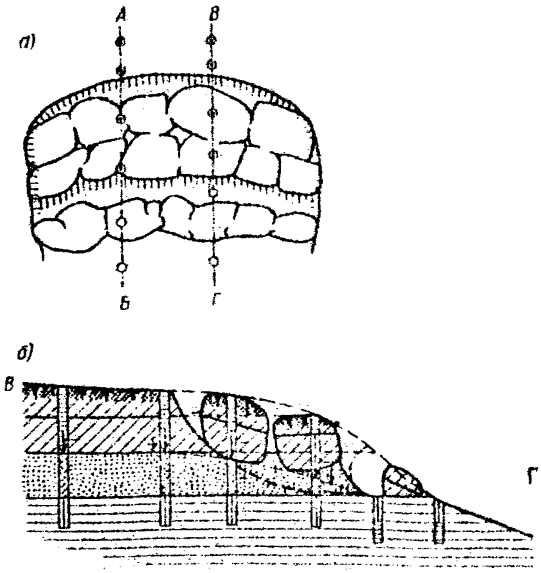


Рис.19.Схема разведки на участке оползня суффозионного выпывания:
а – план; б – продольный геологический профиль по линии ВГ

4.71. Оползни происходят по следующим основным причинам (табл.4):

из-за снижения прочности пород при увлажнении, выветривании (усадке, набухание, промерзание, оттаивание, лучение, дезинтеграция) и длительного воздействия нагрузки (ползучесть);

в результате увеличения напряжений в массиве (возрастание высоты и крутизны склона, откоса, возведение сооружений);

в связи с разрывом сплошности массива трещинами, расколами.

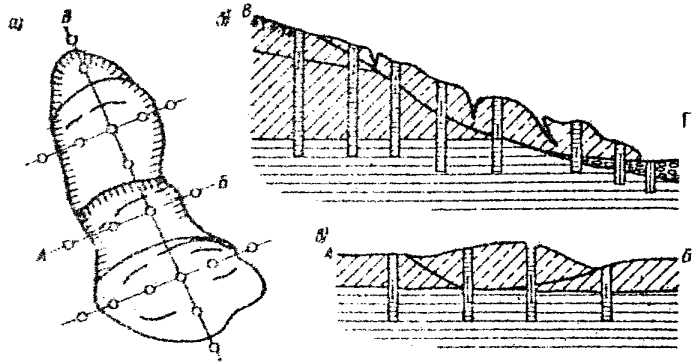


Рис.20. Схема разведки на участке оползня течения:
а – план; б–продольный геологический профиль по линии ВГ; в – поперечный геологический профиль по линии АБ

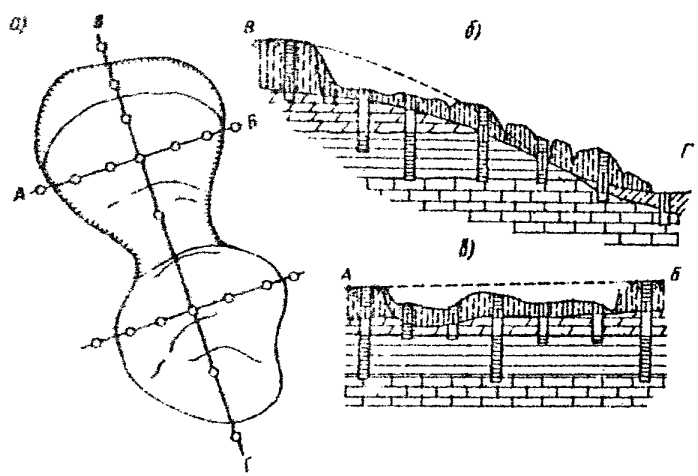


Рис.21. Схема разведки на участке проседочного оползня потока:
а – план; б– продольный геологический профиль по линии ВГ; в– поперечный геологический профиль по линии АБ

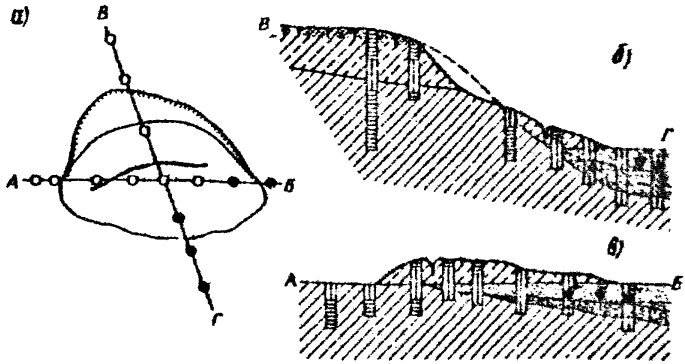


Рис.22. Схема разведки крупного оползня на склоне:
а – план; б – продольный геологический профиль
по линии ВГ; в – поперечный геологический профиль
по линии АБ

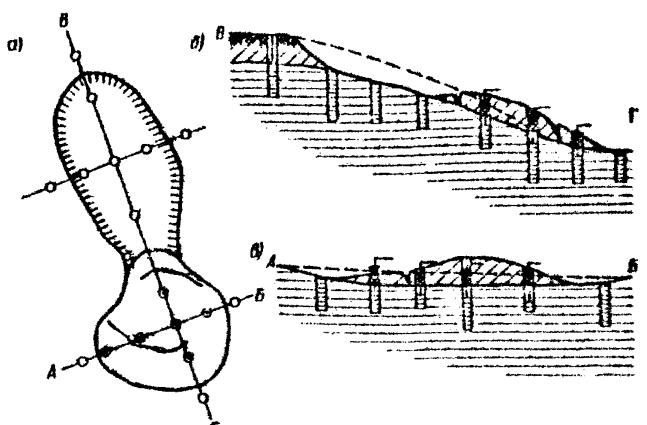


Рис.23.Схема разведки участка оползня размывания:
а – план; б – продольный геологический профиль
по линии ВГ; в – поперечный геологический
профиль по линии АБ

Для прогноза состояния неустойчивого склона на перспективу необходимо знать природную, возникающую и контактную прочности и объемную массу пород для расчетов действующих в массиве напряжений.

Глины в основании оползней выдавливания в зависимости от их природной или ожидаемой консистенции испытывают по схемам I, II и IУ табл.3.

При наличии оползней срезания, происходящих в массиве, сложенном одной нескальной породой, или оползней соскальзывания блоков по глинистым прослоям определяют контактную прочность по схеме П табл.3, помещая образец в водную среду.

Для оползней течения и проседочных потоков, разжижения и сплывов устанавливают прочность грунтов по схеме Ш, а при выраженной поверхности скольжения по схеме П табл. 3 (контактной). Разжиженные глинистые грунты можно испытать в массиве крыльчаткой на сопротивление лопастному вращательному срезу.

4.72. Испытания образцов производят под бытовыми напряжениями, действующими в массиве. Напряжения рассчитывают по сумме произведений объемной массы на мощность пластов пород, слагающих массив, плюс нагрузка от сооружений, проектируемых на склоне, до его подошвы или поверхности оползневого смещения.

Более подробно методика определения прочности грунтов, напряжений в массивах и расчета устойчивости склонов изложена в работах [29, 60, 117-119].

4.73. Если оползни срезания и соскальзывания развиты на склонах, сложенных пластами разных пород, интегральную прочность всей неустойчивой толщи можно установить только с помощью обратных расчетов по размерам и морфологии оползневых смещений.

Методика обратных расчетов охарактеризована в работах [120, 122].

4.74. Для прогноза поведения неустойчивых склонов в перспективе выполняют режимные гидрогеологические и стационарные наблюдения по методике, изложенной в [29, 60, 115, 123, 124]. Рекомендуется также воспользоваться

работами [125,126].

4.75. Методика инженерно-геологических обследований и оценки устойчивости склонов с обвалами, осыпями и курумами изложена в литературе [27,47,55,127-129].

Особенности изысканий в зоне вечной мерзлоты

А. На участках с мерзлотными условиями средней сложности

4.76. На участках, характеризующихся однообразным напластованием грунтов, однородных по составу, сложению и состоянию, выдержанным залеганием верхней поверхности толщи вечномерзлых грунтов, отсутствием грунтовых вод или их выдержанным залеганием и распространением, без проявления мерзлотных процессов, инженерно-геологические работы выполняют в основном так же, как и в других случаях изысканий. Но к объемам и технике разведки, составу и методике опробования твердо- и пластично-мерзлых грунтов предъявляются дополнительные требования, связанные с необходимостью изучения специфических текстур, температуры и свойств этих грунтов.

4.77. Для проходки мерзлых толщ целесообразно применять преимущественно малооборотные колонковые станки типа МРБ-30, УРБ-1В и др. При этом работают на наименьших скоростях вращения бурового снаряда и без подогрева наконечника. Бурят всухую укороченными рейсами 0,2-0,3 м, иногда с продувкой охлажденным (в зимой подогретым) до температуры разведываемых пород воздухом.

Водоносные горизонты, толщи талых водонасыщенных и слои оттаявших грунтов перекрывают обсадными трубами, забиваемыми в кровлю мерзлоты или необводненные породы на 0,5 м. Во избежание попадания в скважину поверхностных вод, которые могут растеплить грунты в ее стенках, верх обсадной трубы (колонны труб) должен возвышаться над устьем скважины не менее чем на 0,3 м.

По окончании бурения этот оголовок закрывают несколькими слоями мха и инвентарным деревянным коробом (термоизолируют).

4.78. При наличии сливающейся вечной мерзлоты скважины бурят на глубину не меньше 5 м для возможности разовых измерений температур мерзлых грунтов после выстойки.

Одну скважину (или несколько) на отдельно взятом инженерно-геологическом участке, вскрывшую мерзлые грунты, как правило, более глубокую, расположенную ближе к центру участка и в пределах проектного контура, термометрируют, как указано в п.4.77, и выстаивают, т.е. оставляют в покое на число дней, равное ее глубине в метрах. Затем ртутными инерционными термометрами, опускаемыми связкой в количестве до пяти штук в скважину на нейлоновом или плетеном из конского волоса шнуре, измеряют температуру грунтов через каждые 0,5 м до глубины 5 м, через 1 м - до глубины 10 м и ниже - через каждые 5 м. Если скважину не оставляют для проведения в ней годичных режимных температурных, гидрогеологических и других наблюдений, ее после термокаротажа ликвидируют.

Таким образом накапливают большой материал по температуре вечномерзлых грунтов в различных условиях распространения и залегания (элементы рельефа, состав и состояние пород, гидрогеологические условия, глубина залегания и пр.).

4.79. Основную скважину в наиболее глубокой части выемки, проектируемой в толще вечномерзлых грунтов, проходят ниже ее проектной отметки на глубину распространения в них годовых колебаний температуры. Глубина залегания подошвы слоя годовых теплооборотов в вечномерзлой толще составляет на пониженных участках рельефа местности 10-13 м, на повышенных участках и дренированных склонах - 15-18 м.

Целесообразно разведывать массив вечномерзлых грунтов ниже проектной отметки основания будущей выемки примерно на глубину 13-15 м.

4.80. Перед бурением вблизи от точки намечаемой разведки роют шурф, заглубляемый в мерзлые (при оттаивающей вечной мерзлоте)и еще не успевшие оттаять сезонномерзлые грунты, предназначаемый для временного хранения кернов и образцов мерзлого грунта у скважины.

При колонковом бурении на скважин извлекают полный керн талых и мерзлых грунтов для детального послойного (по пластам пород и горизонтам их криогенного строения) описания и отбора монолитов. При проходке ударно-канатным способом бурения образцы талых и сыпучемерзлых грунтов отбирают так же, как и в общем случае разведки. Из слоев пластично- и твердомерзлых грунтов пробы в бюксы для определения влажности извлекают на каждом метре вскрываемого разреза, а образцы для установления вида криогенной текстуры,номенклатурных характеристик и объемной массы - послойно и по горизонтам ,но не реже чем на каждых 2м по глубине.

Сплошной керн извлекают колонковыми трубами, отдельные монолитные образцы при ударно-канатном бурении - - вращательным грунтоносом (системы ЦНИИС Минтрансстроя), обуривающим столбик мерзлого грунта. Конструкция этого грунтоноса и способы отбора им образцов мерзлых грунтов ненарушенного сложения описаны в работе [130] .

Немедленно по извлечении из скважины керны и образцы помещают в упомянутый шурф и закрывают толстыми слоями мхов и других подручных термоизолирующих материалов до отправки в лаборатории отряда, партии, экспедиции.

4.81. Способы термо- и влагоизоляции, упаковки, транспортирования и хранения образцов, методы и техника определения различных свойств и особенности испытаний мерзлых и оттаивающих грунтов описаны в работах [130,131] .

В случаях, когда для проектирования земляного полотна выполняют теплотехнические расчеты, кроме упомянутых в п.4.80 номенклатурных характеристик, нужно определять:

средние температуры мерзлых грунтов до подошвы слоя их годовых колебаний в вечномерзлой толще;

влажность грунта, расположенного между ледяными включениями;

влажность за счет незамерзшей воды, содержащейся в грунте при данной температуре;

объемную массу мерзлого грунта;

коэффициент оттаивания;

коэффициент сжимаемости грунта оттаивающего под нагрузкой;

предельно длительные сцепление и внутреннее трение мерзлого грунта;

пределы прочности оттаявшего грунт.

Образцы в этих случаях отбирают по горизонтам криогенного строения, но не реже чем на каждом метре толщи мерзлых грунтов, подверженной годовым колебаниям температуры.

4.82. Другие данные, необходимые для составления инженерно-геологических мерзлотных прогнозов, получают путем расчета или по таблицам (табл.5, приложение 10).

Для составления прогноза рекомендуется пользоваться пособием [133].

5. Дополнительные работы в местах со сложными мерзлотными условиями и неблагоприятными криогенными процессами и явлениями

4.83. Важнейшие в инженерно-геологическом отношении мерзлотные образования и их предельные размеры в плане и по глубине разрезов указаны в табл.6.

Наледи, гидроэруптивы, тарыны, а также снежники и снежные конусы выноса лавин опознают на аэроснимках весенних или раннелетних залетов, а затем оконтуривают при проведении наземных инженерно-геологических съемок масштабов 1:25 000, 1:10 000 и крупнее в период времени, когда эти образования достигли максимальных размеров (в феврале - марте).

На аэроснимках летних залетов выявляют гидролакколиты, булгунняхи, термокарстовые котловины, озера и запади-

Таблица 5

Характеристики, определяемые опытным путем	Характеристики, вычисляемые или получаемые из таблиц нормативных документов	Применение характеристик в конструктивных расчетах и проектах деревянных сооружений
Суммарная влажность грунта	Влажность за счет содержания в грунте порового льда (цемента)	Определение глубин оттаивания и промерзания грунтов
Влажность грунта, расположенного между ледяными включениями (в минеральных прослоях)	То же	То же
Температура грунта	Влажность за счет ледяных включений в грунте	— " —
Влажность за счет незамерзшей воды, содержащейся в грунте при данной температуре	Коэффициент температуропроводности мерзлого и талого грунта	— " —
Объемная масса мерзлого грунта	Объемные теплоемкости и коэффициенты теплопроводности талых и мерзлых грунтов	— " —
Объемная масса оттаявшего грунта		
Величина морозного пучения грунта	Величина касательных сил пучения в грунтах	Назначение противопучинных мероприятий, глубин выработки и замены пучинистых грунтов в выемках и на нулевых местах
Коэффициент неравномерности пучения		
Температура грунта	Модуль деформации оттаявшего грунта	Расчеты оснований зданий и сооружений
Коэффициент оттаивания грунта		
Коэффициент сжимаемости грунта, оттаивающего под нагрузкой, и мерзлого грунта при данной температуре	Относительное сжатие грунта при оттаивании и сохранении мерзлого состояния при данной температуре грунта	Расчеты величин осадок основания земляного полотна при строительстве и эксплуатации
Сопротивление сдвигу оттаявшего грунта	—	Назначение крутизны откосов земляного полотна
Предельно длительное сцепление и угол внутреннего трения мерзлого грунта	Нормативное сопротивление мерзлых грунтов сдвигу по бетонным и деревянным поверхностям фундаментов	Конструктивное оформление теплозащитных покрытий на откосах земляного полотна и стенах фундаментов сооружений

ны, мари, участки термоабразии берегов, термокарстовой подработки склонов (овраги) и берегов (подмывы). Положение, формы и размеры перечисленных образований, сезонных бугров пучения и участков склонов с явлениями солифлюкции устанавливают при наземных съемках.

Границы и мощность пластов, линз и жил подземных льдов, грунтовых жил, сквозных и несквозных таликов, островов вечномерзлых грунтов, термокарстовых полостей, переслетков оконтуривают, применяя электропрофилирование с опорными ВЭЗ. Последние используются также для нащупывания ориентировочного положения кровли и подошвы мерзлотных образований.

4.84. Для определения мощности и положения (глубины залегания кровли и подошвы) мерзлотных образований в пределах планового контура и в сфере воздействия проектируемого земляного полотна на массивы грунтов проходят скважины.

Мерзлотных образований одних и тех же или разных видов может быть пересечено трассой по нескольку на каждом километре. Если инженерно-геологическая съемка и геофизическая разведка показали генетическую однотипность, близость форм и размеров одинаковых образований, целесообразно выполнять выборочную разведку. Но, как и в общем случае, необходимо разведывать каждый инженерно-геологический участок. При больших размерах участка, пересекаемого трассой на протяжении в несколько километров, часто встречаемые однотипные мерзлотные образования следует разведывать по одному на группу на каждом километре.

4.85. Примерные рекомендуемые схемы разведки различных мерзлотных образований средних наиболее распространенных размеров (см.табл.6) изображены на рис.24-31. Число рекомендуемых выработок на представительном для их группы образовании составляет 3-6 [135]. Этого, как правило, достаточно для построения геологических продольных и поперечных профилей по осям группы однотипных мерзлотных образований и по трассе.

Таблица 6

Мерзлотные образования, явления	Размеры					Площадь, м²	Объем, м³
	диаметр (поперечник)	ширина, толщина	длина	мощность, высота, глубина	глубина залегания от поверхности		
Пласты и линзы подземных льдов	-	От нескольких единиц до десятков и более	От нескольких единиц до 2600, иногда более	От нескольких единиц до 20 и более	От нескольких единиц до 100 и более	Различные	
Талики сквозные и несквозные, межмерзлотные	-	Различные			Чаще с поверхности	Различные	
Жилы льда и грунтовые жилы	-	От 0,5 до 8 и более	От 3 до 100 и иногда более	От 1-5 до 30-80	-	-	-
Сезонные линзы подземного льда	-	До 10-15	До 10-15	До 2-3	-	До 200	До 500
Наледи грунтовых и поверхностных вод	-	От десятков до сотен		От нескольких единиц до десятков	С поверхности	100-10 000	1 000-100 000
Гидроэффузивы, тарыны	-	До 3 000-5 000	До 100 000 и более	До 10 и более	С поверхности	10 000-1 000 000 и более	100 000-1 000 000 и более
Гидролакколиты	От нескольких единиц до сотен	-	-	От нескольких единиц до 40	1-10	От нескольких единиц до 500 000	-
Сезонные бугры пучения	От нескольких единиц до 50	-	-	От десятых долей до 5	0-5	-	-
Многолетние бугры пучения (булгунняхи)	От нескольких единиц до 400	-	-	От 1 до 70	1-10	От нескольких единиц до 500 000	-
Термокарстовые котловины впадины, озера	От 5 до тысяч	От нескольких единиц до сотен и тысяч		От 1 до 40	С поверхности	От десятков до миллионов	-
Солифлюкционные наплывы, террасы	-	От нескольких единиц до нескольких десятков		До 3-4	С поверхности	От нескольких единиц до сотен	-
Мари	-	Различные		От десятых долей до нескольких единиц	С поверхности	Различные	-
Ниши термоэрозионные и термоабразионные	-	-	Десятки и сотни	До 15	На уровне уреза воды	-	-

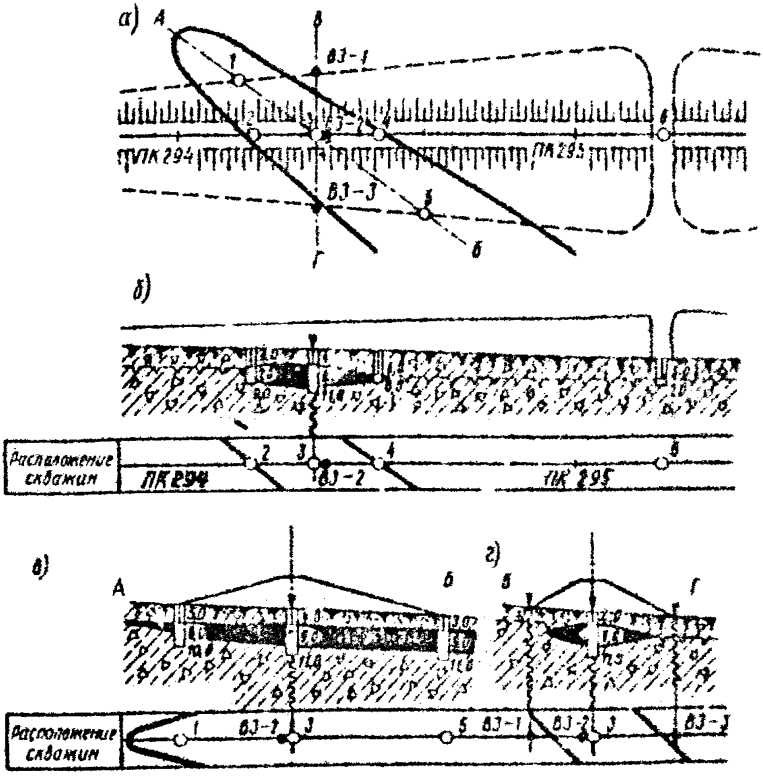


Рис.24. Примерная схема разведки линзы подземного льда:

а- план; б- продольный профиль по оси трассы; в- продольный разрез по оси линзы льда по линии АБ; г- поперечный профиль по центру пересечения линзы льда

При пересечении трассой островов вечномерзлых грунтов,таликов, пластов и линз подземных льдов на протяже-

или более 100 м разбивают разведочные поперечники через 25-50 м из трех скважин: одной на оси и двух по обе стороны от нее по краям проектного контура земляного полотна, но не ближе 25 м друг от друга [135, табл.I] . Часть скважин по усмотрению геолога, планирующего разведку,

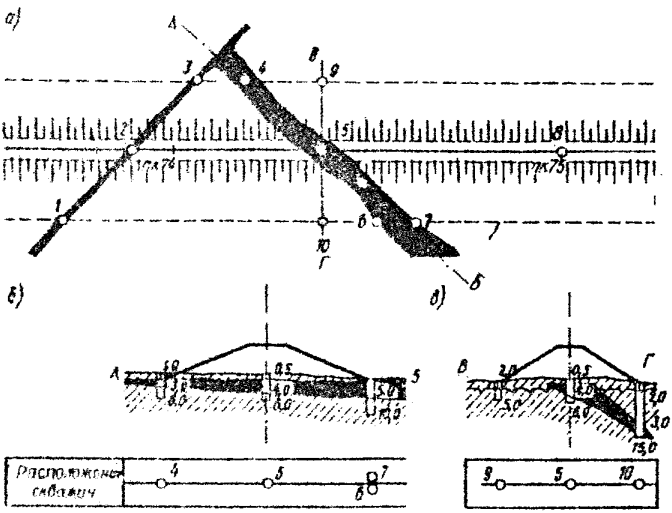


Рис. 25. Примерная схема разведки ледяных или грунтовых жил на участке пересечения их контуром проектной насыпи:

а- план; б- продольный разрез по оси ледяной (грунтовой) жилы; в- поперечный профиль в месте пересечения жилы осью трассы

может быть заменена точками ВЗ, если это позволяет сделать большая или меньшая выраженность мерзлотно-грунтовых и гидрогеологических условий на обследуемом участке (образовании). При трудностях интерпретации получаемых геологических разрезов число выработок может быть увеличено.

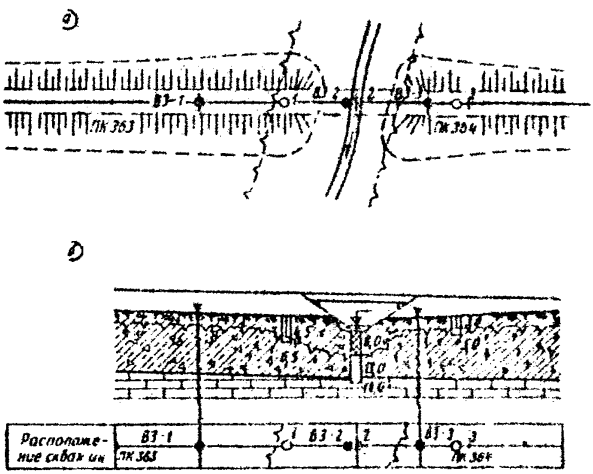


Рис.26. Примерная схема разведки несквозного талика на участке пересекаемого трассой водотока:

а- план; б- продольный профиль по трассе

4.86. В практике изысканий Байкало-Амурской железнодорожной магистрали на участке Мостипротранса заглубляют выработки:

на 2 м ниже подошвы слоя (линзы, жилы) подземного

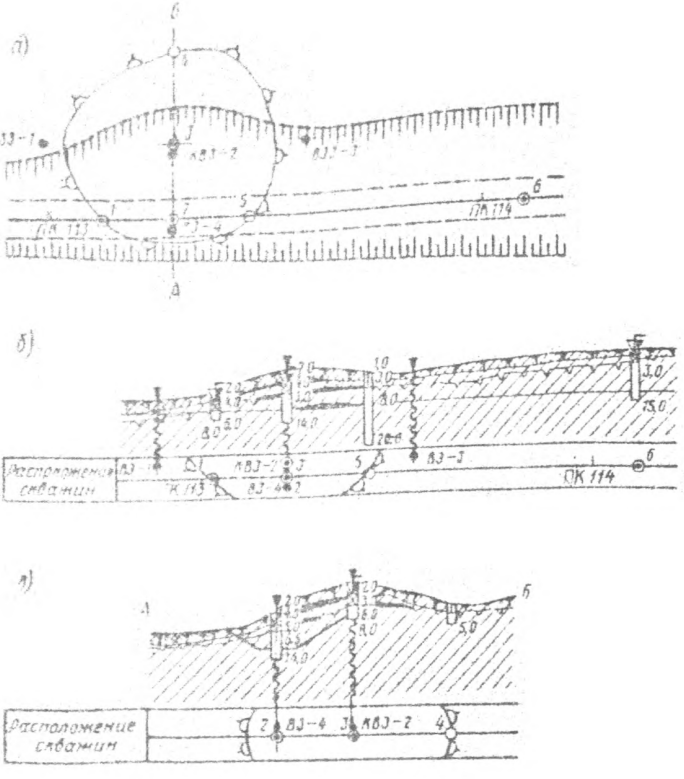


Рис.27. Примерная схема разведки на пересечении проектируемой выемкой многолетнего бугра пучения или гидролакколита:

а- план; б- продольный профиль по оси трассы; в- поперечник по диаметру бугра

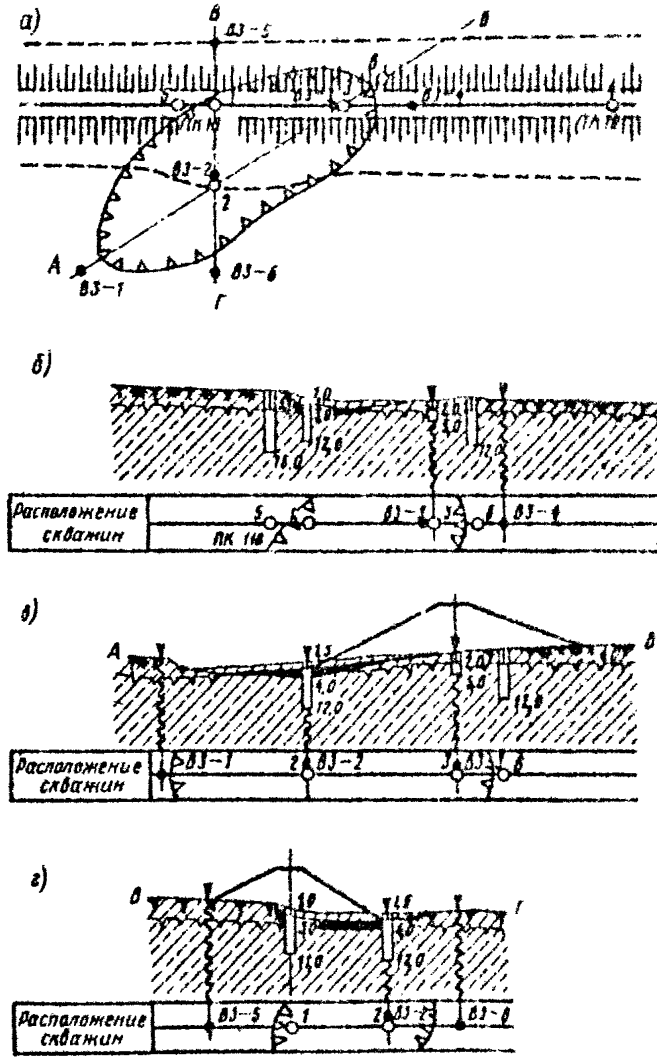


Рис.28. Примерная схема разведки термокарстовой впадины, пересекаемой трассой:
а- план; б- продольный профиль; в- разрез по оси понижения по линии АБ; г- поперечный профиль на ПК I8

лда или сильнольдистого грунта, но не менее 5 м от поверхности земли и основания проектируемого земляного полотна;

на 6 м в таликах и на островах вечномерзлых грунтов;

в термокарстовых западинах до плотных грунтов;

на склонах с явлениями солифлюкции на глубину, равную удвоенной мощности слоя сезонного протаивания.

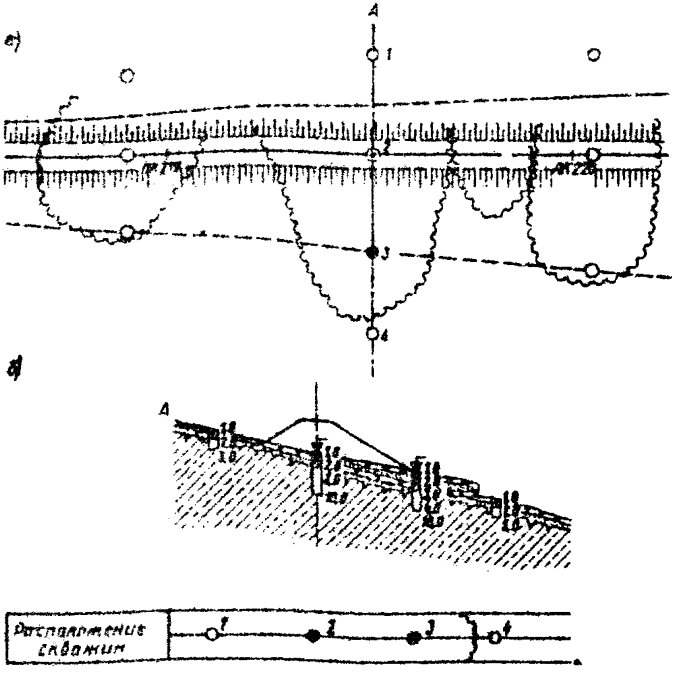
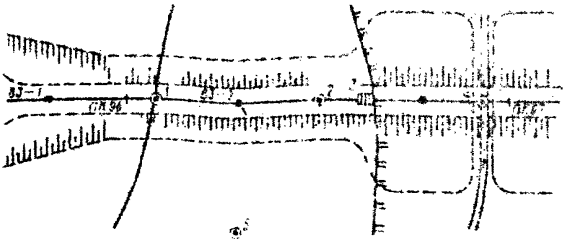


Рис.29. Примерная схема разведки солифлюкционной террасы, на которой проектируется насыпь:

а- план; б- поперечный профиль на пк 219+50

а)



б)

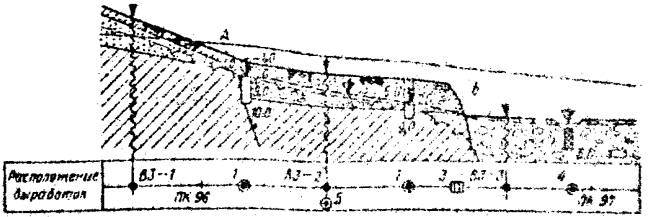


Рис.30. Схема расположения выработок на участке образования наледей при сезонных промерзаний грунтов:
а - план; б - продольный профиль по оси трассы; А - место сочленения второй надпойменной террасы и коренного склона, где уровень грунтовых вод располагается близко к поверхности земли; Б - линейные выходы грунтовых вод в подошве террасы

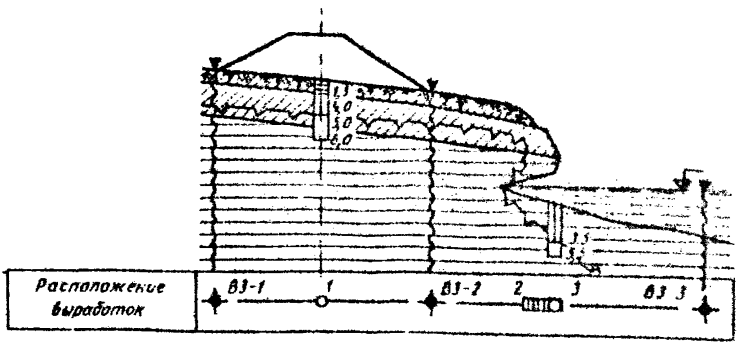


Рис.31. Схема расположения выработок на участке образования термоэрозионной ниши подмываемого берега

4.87. На участках пересечения торфяников и марей выработки проходят по трассе через 100 м, заглубляя их на 0,5 м в кровлю вечномерзлого слоя. При меньшей протяженности пересечения задают три выработки в его начале, середине и конце. Часть выработок закладывают на буграх и кочках, часть – в понижениях между ними.

На отдельно взятых мари и торфянике, в при большой длине пересечения на каждом километре трассы бурят одну скважину глубиной до 10 м.

4.88. При проведении ранневесенних инженерно-геологических мерзлотных съемок масштабов 1:10 000 и крупнее обследуют бугры многолетнего и сезонного пучения, гидролакколиты, наледи и места их возможного появления в результате строительства; изучают материалы по гидрологии и гидрогеологии участков; фотографируют, зарисовывают и описывают перечисленные образования, при этом отмечают:

форму в плане и направление роста;

вид и тип образования (наледь поверхностного водотока, источника или прорыва подземных вод, смешанных вод и др);

особенности источника воды, питающей наледь, гидролакколит, пучину;

температуру воды источника выше и ниже наледи, гидролакколита, измеряемую в проруби или скважине, и температуру воздуха;

расходы воды источника выше и ниже наледи;

мощность льда, определяемую бурением, шурфованием, и по покрытым льдом заранее выставляемых до наступления холодов мерных вешек, а также в стенках русла наледного водотока;

площадь, занимаемую наледью или бугром;

особенности структуры, текстуры и цвета льда в шурфах, проходимых через тело наледи по ее центру и в бортах русла водотока на наледи;

форму поверхности наледи, бугров, перепадов, впадин,

[illegible]
ровку, время и последовательность образования, заполнение;

формы и размеры глыб льда, направления и расстояния их выбросов, если имел место взрыв гидролакколита;

разрез и строение бугров наледного пучения, состав грунтов, определяемые при шурфовании и бурении;

следы воздействия наледи, пучения на имеющиеся дорожные и другие местные сооружения.

Наледь, гидролакколит, бугор пучения снимают в масштабе I:I 000–I:500 (в зависимости от размеров снимаемой площади), привязывая выработки, источники, характерные точки поверхности по указанию геолога в плане и по высоте.

4.89. После полного или частичного стаивания наледи перед началом ее нового роста и с наступлением холодов (осенью) топографическую съемку того же масштаба повторяют, но на большей площади, охватывающей участки размещения противоналедных и противопучинных сооружений и выходы источников подземных вод, питающих наледь. Если эти источники удалены от участка на расстояние больше I км, масштаб съемки в эту сторону может быть уменьшен до I:5 000.

Сопоставление планов ранневесенней и осенней топографических съемок позволяет определить площадь, мощность и объемы наледного льда.

4.90. На пересечениях бугров многолетнего и сезонного пучений, гидролакколитов, на наледных участках и в местах, где наледи и пучение могут возникнуть в результате строительства, проектируют каптаж и дренажи для осушения массива или понижения уровня надмерзлотных грунтовых вод. В этих случаях массив разведывают, грунты и воду опробуют, как указано в пп.4.30–4.32, 4.84–4.86 и 4.9I.

По трассам проектируемых противоналедных грунтовых валов, наледных и мерзлотных поясов, водоотводов и их начале, на середине и в конце, на выпусках из каптажа и дренажа закладывают выработки глубиной по 3 м. В случае невязки получаемых геологических профилей число выработок

по трассам сооружений увеличивают.

4.91. На всех выработок отбирают образцы грунтов и опробуют грунты, как указано в пп.4.80 и 4.81. В скважинах глубиной 5 м и более после выстойки измеряют температуру грунтов и воды (п.4.78).

Разведочные работы, опробование грунтов, подземных и поверхностных вод целесообразно выполнять в основном во второй половине лета и осенью – в период наибольшего оттаивания грунтов. При работах в другое время в данные о глубине залегания кровли вечномерзлых грунтов нужно вносить поправки по результатам изучения слоя сезонного протаивания грунтов в конце теплого сезона (пп.3.28, 3.29) в период проведения мерзлотных инженерно-геологических съемок.

4.92. Для обоснования по требованиям проекта прогноза изменения мерзлотных условий на отдельных участках может потребоваться выполнение циклов режимных наблюдений (температурных, за ходом сезонного промерзания и оттаивания грунтов и гидрогеологических) и стационарных (за развитием процессов термокарста, термоэрозии и термоабразии, солифлюкции, образования наледей, пучения грунтов и др).

Методика выполнения термокаротажа и годичных наблюдений за изменениями температуры грунтов, ходом сезонного промерзания и оттаивания верхнего слоя описана в пособиях [135, приложение 2; 137, разд. 4].

4.93. Рекомендации по проведению гидрогеологических режимных наблюдений в районах распространения вечной мерзлоты содержатся в работах [135, приложение 4; 38, гл.УШ].

4.94. Методика стационарных наблюдений за развитием и протеканием мерзлотных процессов описана в [27;40;42; 43;135, приложение 3].

4.95. Наблюдения за образованием и ростом наледей следует начинать осенью перед выпадением снега и заканчивать в начале весны до появления весенних вод и начала оттаивания наледи. Для этого разбивают створы и устанавливают мерные вешки на расстоянии друг от друга от несколь-

ких до десятков метров в зависимости от площади охватываемой наледи, которая может занять сотни и десятки тысяч квадратных метров. По створам и вешкам фиксируют накопление льда в растущей в холодном сезоне наледи. Для измерения расходов и температуры воды ставят водомерные лотки на пути источников, водотоков и струй воды.

За ледотермическим режимом, расходами и температурой воды наблюдают ежемесячно или в период возникновения наледи (октябрь-ноябрь), ее интенсивного роста (январь-февраль) и при достижении наледью максимальных размеров (март). При наблюдениях описывают места и формы возникновения и развития наледи, изменения размеров охватываемой ею площади и очертаний, явления воздействия наледи на местные сооружения и другие особенности, характеризующие режим и динамику ее роста.

Разведка и опробование месторождений грунтов, используемых строительных материалов и скоплений отходов производств

4.96. Поиски, разведку и опробование месторождений выполняют по методике, изложенной в работе [142].

По технико-экономическим соображениям может возникнуть необходимость использования для возведения проектируемых насыпей местных переувлажненных глинистых грунтов (коэффициент консистенции более 0,25), засоленных почв и пород, черноземов, сланцев графитизированных, хлоритовых, слюдистых, тальковых и др.

Для всех этих грунтов, как и в общем случае изысканий, определяют номенклатурные характеристики, объемную массу, максимальную плотность при стандартном уплотнении грунта с оптимальной влажностью.

4.97. Массивы переувлажненных глинистых грунтов и черноземы разведывают и опробуют так же, как и прочих глинистых грунтов, но в черноземах устанавливают еще и содержание гумуса по горизонтам почвенного профиля в единичных пробах.

Для осушения переувлажненных грунтов могут быть

запроектированы водоотводы. По трассам канав для возможности построения продольных геологических профилей на каждом инженерно-геологическом участке, но не реже чем через 200 м закладывают выработки. При невязке получаемых резервов часто выработок увеличивают. Выработки заглубляют на 2 м ниже проектной отметки дна канавы. Из выработок отбирают образцы послойно для определения классификационных показателей и влажности грунтов.

4.98. Толщи засоленных пород чаще морского и озерного происхождения. Соли и гипс в них равномерно рассеяны или присутствуют в виде прослоев, линз и гнездовых скоплений.

Индивидуальные и общие мощности прослоев, площади выходов скоплений, типа следует подсчитывать при описании обнажений и керна для установления процентного содержания солей и гипса в породе. Состав и содержание равномерно рассеянных компонентов можно определять в единичных отбираемых послойно пробах, приготовляя из них водные и солянокислые вытяжки и анализируя последние.

4.99. В таких же единичных пробах устанавливают и состав почвенного засоления (в солонцах, такырах и солончаках), поскольку в данной почвенно-климатической провинции он, как правило, относительно выдержан.

Для оценки пригодности к укладке в насыпь, размещения и проектирования карьеров и резервов засоленных грунтов нужно определить глубину засоления и содержание солей, изменяющихся по рельефу в зависимости от положения уровня грунтовых вод.

4.100. Площади распространения засоленных почв целесообразно обследовать в конце лета, начале осени, когда накопление солей в верхних горизонтах, как правило, наибольшее. На аэроснимках и при проведении инженерно-геологических съемок по составу, плотности и облику растительности, обводненно и особенностям микрорельефа и виду поверхности выявляют и оконтуривают солонцы, такыры и солончаки, оценивая визуально степень засоления территории, выделяют инженерно-геологические участки. Иногда полесо-

образно использовать электропрофилирование. На карте малом пониженным удельным электрическим сопротивлением соответствуют площади с большим содержанием солей в грунтах.

Площадку проектируемого карьера, резерва разведывают шурфами глубиной 2 м, размещаемыми по сетке на расстоянии по простиранию склона, террасы через 200 м, а в поперечном к долине направлении через 100 м. На каждом выделенном инженерно-геологическом участке задают одну скважину до уровня грунтовых вод, а при глубоком его залегании - до глубины 5 м. Если известна проектная отметка карьера, скважины проходят на 2 м глубже нее.

Описывая стенки шурфов, образцы грунтов, извлекаемые из скважин, по наличию и количеству кристалликов и примазки солей определяют мощность слоя наибольшего засоления (обычно около 0,5-1 м).

4.101. Из выработок берут бороздовые пробы грунтов отдельно из слоя наибольшего засоления и отдельно из залегающей ниже толщи. Кроме обычных определений (п.4.96) на каждом инженерно-геологическом участке в двух-трех пробах из верхнего слоя и в одной-двух пробах из подстилающей толщи приготовляют водные вытяжки. По сухому остатку вытяжки устанавливают валовое содержание солей в грунте. Кроме того, его можно определять по сопротивлению растворов прохождению электрического тока с помощью приборов - солемеров, работающих по принципу реохордного моста.

4.102. Сланцы (п.4.96) при их разработке в выемке, карьере и укладке в насыпи превращаются в мягкий щебень с большой примесью дресвы, песка и суглинка. Поэтому их опробуют так же, как и прочие песчаные и глинистые породы. Кроме того, послойно определяют минералогический и петрографический составы каждой разновидности сланцев для оценки их пригодности к укладке в проектируемые насыпи.

4.103. Сланцевые массивы разведывают так же, как и массивы других легковыветривающихся пород (п.4.25). Происхождение осадочной породы до ее метаморфизации и превращения в сланец чаще морское. Поэтому сланцы нередко слагают крупные массивы, выдержаны по составу на значительные

ростоянии по простиранию, образуют мощные толщи. Это позволяет разведывать сланцы одной и той же возрастной и генетической свиты в одной (наибольшей по размерам и глубине) из группы проектируемых выемок, а в карьере вести разведку по разреженным сетям от 200х200 м до 300 х 300 м и до трети выработок не доводить до проектной отметки забоя проектируемого карьера.

Однако если сланцевый массив рассолот трещинами, содержит зоны и карманы дробления и глубинного выветривания, его необходимо разведывать и опробовать детально, как указано в пп.4.21-4.22 (см.рис.8). Подробнее см [23].

Установление строительных групп грунтов и пород

4.104. Грунты и породы классифицированы по трудности разработки [203, табл.1].

В задачу геолога входит определение наименования и характеристик грунтов и пород по литологическому и петрографическому составам и средней объемной массе в плотном состоянии (кг/м^3).

Кроме того, группа грунтов и пород определяется способом разработки по видам земляных работ и типам машин.

В классификации СНиП IV-10 не учтены влажность и консистенция грунтов, обводненность пород, петрографический состав галька, гравия, дресвы, щебня, валунов и глыб и некоторые другие факторы, имеющие существенное значение для оценки разрабатываемости. Поэтому строительные группы грунтов и пород в каждом конкретном случае должны устанавливаться комиссионно совместным решением геолога, проектировщика земляного полотна и представителя отдела организации строительства и смет.

4.105. Комиссия, назначаемая главным инженером проекта, выборочно осматривает в натуре обнажения грунтов и пород, монолитные образцы и керны, имея на руках данные по наименованиям, объемной массе материалов, намечаемым способам их разработки, транспортировки и укладки в насыпи.

В процессе принятия комиссионного решения об отнесении грунта, породы к той или иной строительной группе окончательно устанавливают технологические способы сооружения земляного полотна. В случае их изменения в ходе дальнейших проектных проработок необходимо заново комиссионным способом устанавливать новую строительную группу для того же грунта или той же породы. При несоблюдении этого порядка неизбежны ошибки в определении стоимости земляных работ и устойчивости сооружений (откосов выемок, оснований насыпей и др.).

В соответствующих случаях в состав комиссии по установлению строительных групп грунтов и пород должны входить представители отделов гидромеханизации и буровзрывных работ. Классификация грунтов и пород для горновскрышных работ приведена в [204].

Полевая документация и результативные материалы

4.106. В процессе проведения полевых работ ведут журналы:

инженерно-геологических съемок и поисков месторождений грунтов и строительных материалов;

геофизической разведки и термокаротажа скважин;

зондирования болот, залежей слабых грунтов и СТС;

бурения и горнопроходческих работ с записями об измерениях температуры разведываемых мерзлых грунтов;

опытных откачек;

режимных гидрогеологических температурных и стационарных наблюдений разных видов.

4.107. В ходе работ составляют следующие рабочие документы:

карту фактического материала;

каталог точек и мест проведения геофизической разведки;

каталог выработок, включая зондирование и расчистки;

ведомости отбора образцов грунтов и проб воды;

графики полевых испытаний грунтов;

графики опытных откачек;

графики режимных гидрогеологических , температурных и стационарных наблюдений;

ведомости анализов грунтов и воды;

паспорта испытаний прочности и сжимаемости грунтов;

вспомогательные рабочие карты и геологические разрезы;

колонки выработок (приложение 8), развертки шурфов и др.

4.104. В проектную группу экспедиции передают результативные обработанные документы для использования при проектировании земляного полотна:

1) инженерно-геологическую карту масштаба 1:10 000 полосой шириной не менее 500 м вдоль трассы (приложение 3);

2) инженерно-геологические карты масштабов 1:5 000-1:2 000 по местам индивидуального проектирования и масштабов 1:5 000-1:25 000 по участкам, сложным в инженерно-геологическом отношении;

3) поперечные профили по земляному полотну с нанесенными грунтами (приложение 5);

4) продольный инженерно-геологический или совмещенный профиль по оси трассы: горизонтальный масштаб 1:10 000, вертикальный масштаб 1:200 или 1:500 (приложение 4);

5) инженерно-геологические характеристики (паспорта) мест индивидуального проектирования земляного полотна и сложных участков (приложения 6 и 7);

6) ведомости обобщенных значений прямых показателей свойств грунтов, используемых в расчетах при индивидуальном проектировании земляного полотна;

7) ведомости месторождений строительных материалов;

8) схематическую карту расположения месторождений масштаба 1:25 000;

9) график размещения месторождений (масштаба 1:1 000) относительно трассы ;

10) паспорта месторождений.

Документы 1,3,4,5,9 и 10 подлежат размножению в

проекте. Образцы оформления документов I,3,4 и 5 приведены в приложениях 3,4,5,6 и 7; документов 7,8,9 и 10 - в Технических указаниях [I42].

4.I09. Составляют (без размножения) краткие пояснительные записки, в которых характеризуют инженерно-геологические условия участков типового и индивидуального проектирования земляного полотна, обеспеченность строительства грунтами для возведения насыпей и строительными материалами. В дальнейшем эти записки служат основой для составления текстов разделов проекта по земляному полотну и организации строительства.

Глава 5. ИЗЫСКАНИЯ НА УЧАСТКАХ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МАЛЫХ ИСКУССТВЕННЫХ СООРУЖЕНИЙ

Задачи и состав изысканий

5.I. К числу малых водопропускных искусственных сооружений относят лотки, быстротоки, трубы, подпорные стены и небольшие (длиной до 25 м) мосты, путепроводы, эстакады, виадуки, селедуки и селеспуски, акведуки.

При изысканиях в процессе изучения геологического строения, гидрогеологических условий, состава, сложения, состояния и свойств грунтов оснований проектируемых сооружений, развитых на участке геологических процессов получают инженерно-геологические материалы, необходимые для:

установления сопротивления грунтов основания проектируемого искусственного сооружения нагрузке;

обоснования глубины заложения фундамента;

выбора способов производства земляных работ и водоотлива при вскрытии котлована;

проектирования сооружений на слабых, набухающих, просадочных, пучинящих, пластично-мерзлых, сильнольдистых грунтах основания;

разработки мер защиты сооружения от воздействия оползней, карста, селей, наледей и других неблагоприятных процессов.

5.2. По принятому варианту размещения на местности и конструктивного оформления сооружения основными видами инженерно-геологических работ являются разведка и опробование грунтов и воды. Для планирования этих работ используют результаты инженерно-геологических съемок, геофизических работ, разведки и опробования, выполненных при выборе положения трассы и по принятой трассе для обоснования проекта земляного полотна (гл.3 и 4).

Разведочные работы

5.3. При проектировании котлована, траншеи на ровном участке или на склоне полого I:I0 и падении пластов грунтов в основании, не превышающем $I0^0$, в пределах одного геоморфологического элемента и при высоте проектируемой насыпи не более I2 м закладывают одну выработку в точке пересечения осей трассы и сооружения.

Если падение склона и пластов и высота проектируемой насыпи превышают упомянутые значения, задают скважины по оси сооружений не реже чем через 50 м. Наиболее глубокую скважину проходят в точке пересечения осей насыпи и сооружения (рис.32).

5.4. На участках, где проектируют дюкер, скважины располагают в том же порядке. Разведку массива ведут для совмещения условий проектирования не только дюкера, но и самой выемки (рис.33).

5.5. Если ось проектируемой трубы (лотка) смещена от тальвега того, спрямляемого водотока или ложится на два разных геоморфологических элемента у их сопряжения (например, в пазухе террасы у подошвы склона), следует изучить каждый из них (рис.34).

5.6. В простых условиях, оговоренных в п.5.3, на участках проектирования малых мостов, путепроводов, эстакад, селедуков, селеспусков, акведуков и виадуков по оси каждой проектируемой опоры в ее центре закладывают одну скважину.

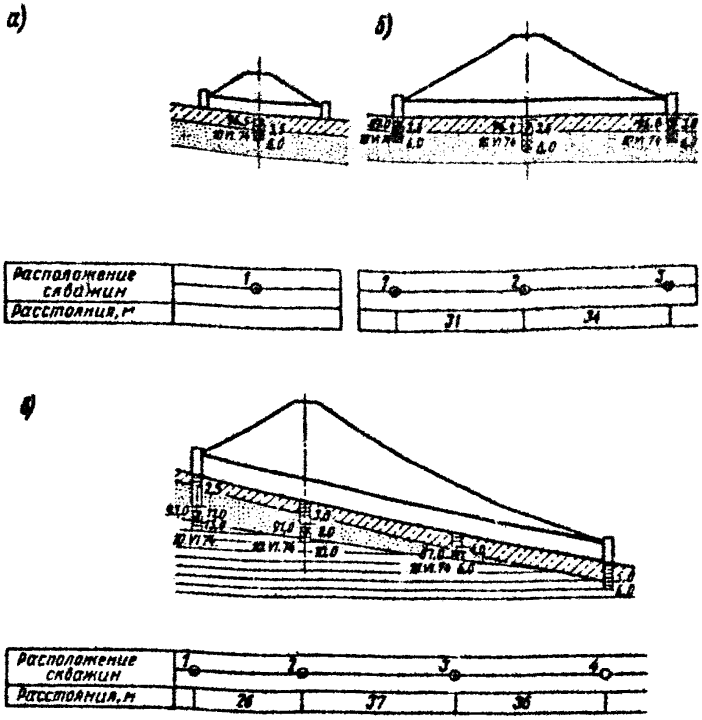
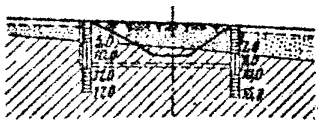


Рис.32. Разведка основания проектируемой водопропускной трубы при высоте насыпи: а - менее 12 м; б - более 12 м; в - на косогоре

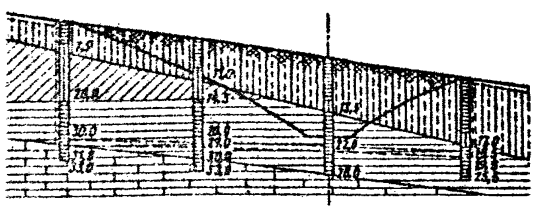
При падении пластов грунтов в основании опоры под углом более 10° и расположении ее на склоне круче 1:10 или на стыке двух геоморфологических элементов под проектируемую опору задают две скважины у ее краев по оси (на поперечнике к оси трассы). Четыре скважины (по две под две опоры) определяют положение плоскостей напластования в пространстве (рис.35).

а)



Расположение скважин	1		2
Расстояние, м		37	

б)



Расположение скважин	1		2		3		4
Расстояние, м		33		33		34	

Рис.33. Разведка участка проектируемых на склоне выемки и дюкера на ней при глубине выемки: а – менее 12 м; б – более 12 м

5.7. В местах, где предшествовавшими инженерно-геологическими изысканиями (гл.3 и 4) выявлены растущие овраги (см.рис.13), крупные карстовые полости, залегающие близко к поверхности земли (см.рис.14), пустоты, образовавшиеся вследствие вытаивания подземных льдов, поверхности смещения оползней (см.рис.16-23), линзы пластичномерзлых сильнольдистых грунтов и подземных льдов (см.рис.24), наледные или грунтовые жилы (см.рис.25), несквозные талики (см.рис.26), термокарстовые образования (см.рис.28), явления солифлюкции на склонах (см.рис.29), наледи (см.рис. 30) и другие неблагоприятные для проектируемых сооружений явления, эти участки разведывают так же, как указано в

соответствующих пунктах гл.4, совместно с разведкой под земляное полотно.

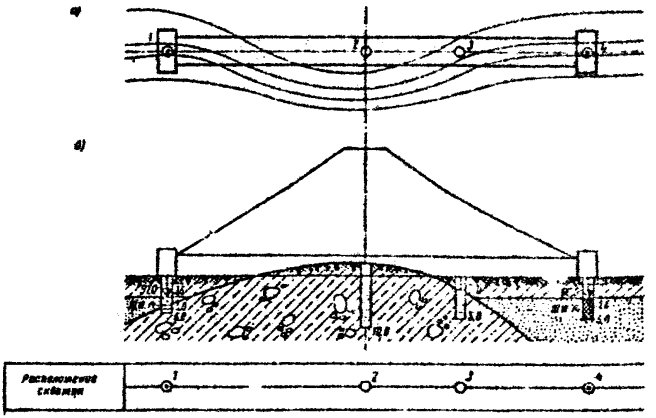


Рис.34. Примерная схема разведки основания водопропускной трубы, проектируемой на участке спрямления русла водотока на сопряжении берегового склона и террасы небольшой долины: а - план; б - продольный профиль по оси сооружения

Общее количество разведочных выработок должно быть достаточным для построения геологических разрезов по осям и поперечным сечениям неблагоприятных образований и по осям проектируемых искусственных сооружений.

5.8. Несколько малых искусственных сооружений может быть запроектировано поблизости в пределах одного геоморфологического элемента и инженерно-геологического участка. В таком случае на группу сооружений можно разведать и опробовать участок только одного из них - наиболее представительный. При однозначности условий и соблюдении инженерно-геологического подобия [144,145] возможно проведение аналогий и на этой основе сокращение числа разведочных выработок и объемов опробования для всей группы участков проектируемых поблизости малых искусственных сооружений.

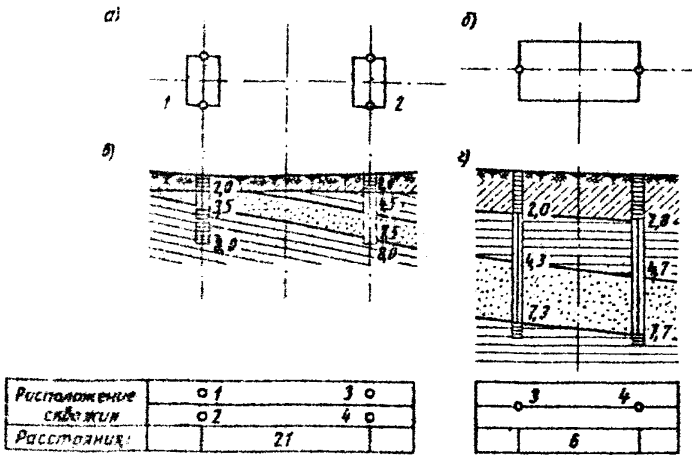


Рис.35. Схема разведки оснований опор моста, проектируемого на участке с наклонным залеганием пластов:
а - план расположения опор и скважин; б - план расположения скважин по длинной оси опоры; в - продольный профиль основания по оси моста; г - поперечный разрез основания опоры № 2

5.9. При залегании в основании проектируемого искусственного сооружения или его опоры скальных пород выработками проходят зону выветривания до свежей скалы. В плотные глинистые породы, пески, гравелиты дочетвертичного возраста, морену, гравий, галечник, крупнообломочные грунты достаточно заглубить выработки на 5 м ниже подошвы проектируемого фундамента. В глинистых грунтах твердой, полутвердой и тугопластичной консистенции, песках средней плотности назначают скважины глубиной 6-8м. Глубина скважины в слабых глинистых грунтах и рыхлых песках должна составлять не менее 10 м.

Если в основании проектируемого сооружения встретятся сильнольдистые пластично- и твердомерзлые глинистые грунты, осевую скважину по центру трубы, лотка, опоры

месте и т.д. (хотя бы одну не разведываемый участок) следует проходить на 10 м глубже подошвы фундамента. Это позволяет прогнозировать изменение мерзлотных условий при строительстве и эксплуатации проектируемого искусственного сооружения.

Обследование наледных участков

5.10. Обследование пересекаемых трассой водотоков осуществляет гидрологическая партия, отряд или группа экспедиции.

По пересекаемым трассой водотокам, отнесенным к потенциально наледным объектам, необходимо получить от гидрологов следующие данные:

морфологию русла, поймы, долины, растительность, заболоченность, замерзаемость, величину бассейна и источник питания водотока, их влияние на его режим;

меженные глубины на пересечении и вблизи расположенных перекатах, плесах, живые сечения водотока;

уклоны русла на 100 м вверх и вниз от трассы;

меженные скорости течения в разных местах на 200 м протяжения водотока;

расходы водотока в межень выше и ниже пересечения его трассой;

состояние ледового покрова, полыней в нем (их положение, размеры), донного и внутриводного льда (при их наличии).

На участке определяют мощность снежного покрова в русле, пойме, на склонах, открытом месте и в лесу. При обследовании измеряют температуру воздуха и воды. Температуру воды измеряют от места пересечения трассой вверх против течения через 100-200 м на расстоянии 1 км или до источников питания водотока.

5.11. При описании родников фиксируют:

положение и тип источника (восходящий, нисходящий), характер выхода (коренной или дериват, одна или несколько струй, спокойное или грифонное истечение воды), форму и размеры имеющейся родниковой воронки;

размеры, падение и простирание трещины, если вода выходит на нее;

дебит родника;

вкус, запах, цвет, прозрачность воды (отбирают пробу на анализ);

вид, размеры минеральных отложений родника (при их наличии), примерный (визуально) состав (отбирают пробу на анализ);

температуру воды на выходе и ниже по течению до впадения ключа в основной водоток или до пересечения его трассой.

5.12. Наледь обследуют, как указано в п.4.88. Состав и объемы топографических работ описаны в пп. 4.88 и 4.89. Разведочные работы по трассам проектируемых дренажей, противоналедных грунтовых валов, наледных и мерзлотных поясов, каптажа охарактеризованы в пп.4.30 и 4.90.

Рекомендации по проведению гидрогеологических режимных наблюдений в районах распространения вечной мерзлоты содержатся в работах [135, приложение 4; 38, гл. III].

Методика стационарных наблюдений за образованием и ростом наледей, ледотермическим режимом, расходами водоисточников и температурой воды описана в п.4.95.

Рекомендуется также при изучении наледных участков воспользоваться работой [46].

Опробование грунтов и вод

5.13. При опробовании образцы грунтов извлекают из каждого слоя, вскрытого всеми выработками, но не реже чем на каждых 2 м разреза по глубине, а пробы в бюксы для определения влажности отбирают через 0,5м; устанавливают петрографический состав, трещиноватость и степень выветрелости (визуально по керну) скальных и крупнообломочных пород; определяют гранулометрический состав песка и гравия, пределы пластичности и объемную массу глинистых грунтов. Плотность песка оценивают при разведке визуально. В отдельных случаях, когда от этого зависит принятие того или иного проектного решения (свайное или естествен-

ное основание, конструктивное оформление проектируемого искусственного сооружения), для уточнения плотности песка выполняют его статическое зондирование.

Для оценки несущей способности слабых грунтов, когда в качестве варианта проектного решения может быть рассмотрено использование естественного основания сооружения, проводят испытания крыльчатками на сопротивление лопастному вращательному срезу в массиве.

При наличии в основании вечномерзлых грунтов их опробуют, как указано в пп.4.80 и 4.81.После выстойки скважин, представительных для каждого инженерно-геологического участка по группе сооружений, в них измеряют температуру грунтов (см.п.4.78).

Из водотоков и каждого вскрытого выработками водоносного горизонта отбирают пробы воды на анализ состава.

5.14.Возможно проектирование водопропускных искусственных сооружений на просадочных при замачивании основаниях:

при наличии дюкеров в массивах лессовых грунтов;

в случае смещения осей труб и лотков с тальвега на борт лога,оврага и при выпрямлении тальвега с захватом участка просадочного лессового массива;

при отводе русла реки или оврага на массив просадочных грунтов;

при пересечении мостом участка проектируемого в просадочных грунтах канала.

В перечисленных случаях отбирают образцы грунтов ненарушенного сложения послойно, но не реже чем на каждых 2м разреза для определения относительной просадочности при расчетных давлениях на основание проектируемых искусственных сооружений или опор мостов.

Результативные материалы

5.15. По результатам выполненных инженерно-геологических работ наносят грунты и уровни подземных вод на профилях по осям проектируемых искусственных сооружений, таль-

вегам логов, оврагов, водотоков, если тальвеги не совпадают с осями.

В пояснительной записке характеризуют инженерно-геологические условия фундирования проектируемых искусственных сооружений по их роду и группам сходных участков (один элемент мезорельефа, крупный инженерно-геологический участок или группа их и др.). В записке указывают условное сопротивление грунтов оснований нагрузкам, свойства агрессивности грунтов и воды среды фундаментов, рекомендуют мероприятия по проектированию и строительству защитных и укрепительных сооружений в сложных инженерно-геологических условиях.

Глава 6. ИЗЫСКАНИЯ МОСТОВЫХ ПЕРЕХОДОВ

Цели, задачи, исходные материалы и состав работ

6.1. Инженерно-геологические изыскания выполняют с целью:

разработки схемы моста и конструкции фундаментов его опор;

обоснования мероприятий и разработки конструкций устройств по защите всего комплекса сооружений мостового перехода от неблагоприятных геологических процессов.

Основная задача изысканий состоит в изучении инженерно-геологических условий фундирования опор моста и других сооружений перехода. При проектировании геологи должны помочь в решении следующих вопросов:

выборе глубины заложения фундаментов опор по условиям размыва и положению в разрезе того пласта в толще пород основания, который может быть принят в качестве несущего;

определении расчетных сопротивлений нагрузке грунтов оснований опор моста и других сооружений перехода;

оценке свойств агрессивности и коррозийности грунтов, речных и подземных вод по отношению к бетону и металлам;

назначении способов вскрытия и осушения котлованов опор.

6.2. Отдел инженерной геологии должен получить в сос-

таве технического задания на изыскания план участка масштабов 1:5 000-1:1 000 и продольный профиль по оси створа с живым сечением русла масштабов 1:500-1:200. На плане и профиле должны быть нанесены ось моста и, если определено проектное положение, контуры проектируемых устоев, опор, дамб и других сооружений перехода, параметры конструкций.

6.3. На принятом варианте мостового перехода выполняют крупномасштабную инженерно-геологическую съемку, разведку, полевое в массиве и лабораторное опробование грунтов, анализы воды, камеральную обработку материалов.

Планируя эти работы, используют результаты инженерно-геологических съемок, геофизических исследований, разведки и опробования, выполненных при изысканиях для сравнения вариантов перехода (пп.3.46-3.53). Принятый створ перехода может быть смещен от оси обследованного ближайшего варианта. В этом случае возникает необходимость дополнительных инженерно-геологических съемок и геофизической разведки на необследованных участках.

По предварительной информации при изысканиях для выбора оптимального варианта перехода получают представление о геологической истории долины и выделяют инженерно-геологические участки, подлежащие детальному изучению в полосе вдоль принятого створа перехода.

Особенности инженерно-геологических условий и объемы работ

6.4. Объемы планируемых работ разных видов зависят от сложности инженерно-геологических условий участка перехода.

На участках с несложными условиями залегают:

горизонтальные или пологонаклонные (до 15°) слои грунтов, однородных по литологическому (петрографическому) составу, сложению, состоянию и свойствам, причем плотность и прочность этих грунтов выдержаны по простиранию слоя, а по глубине разреза менее прочные породы сменяются более

прочными;

пласты равномерно трещиноватых и выветрелых скальных и полускальных пород (падение и уклон поверхности пластов под дном долины не превышает 15°);

массивы магматических или метаморфических пород одного петрографического состава, нетрещиноватых или с равномерно развитой трещиноватостью, в которых отсутствуют неблагоприятные геологические явления и процессы.

6.5. Сложными в инженерно-геологическом отношении являются участки, в строении которых присутствуют:

толщи невыдержанных в плане и разрезе по составу, сложению, состоянию и свойствам грунтов, причем плотность и прочность последних не зависят от положения по глубине;

пласты пород разного состава, наклоненные и под дном долины образующие выходы пород различной прочности;

массивы магматических, метаморфических и осадочных пород, перекрытые древней корой выветривания или рассеченные тектоническими разрывами и содержащие зоны повышенной трещиноватости, дробления, брекчирования, истирания (милонитизации) и глубинного выветривания, карманы вывали по трещинам, заполненные древним аллювием глубокие эрозионные врезы, погребенные формы отседания склонов;

каменная соль, гипс, ангидрит, соле- и гипсоносные и карбонатизированные породы, растворимые компоненты которых содержатся в рассеянном состоянии в массиве терригенного вещества, закарстованные мел, мергель, известняк, доломит;

слабые, просадочные, пластично- и твердомерзлые песчано-глинистые грунты;

подземные льды и полости вытаявших льдов;

напорные подземные воды.

На участках со сложными условиями могут быть развиты неблагоприятные геологические процессы и явления:

склоновые (обвалы, осыпи, осовы, оползни, суффозия, лавины, отседания);

мерзлотно-склоновые (курумы, солифлюкция);

овраги, овраги, донная и береговая (с обвалами на подмывах) эрозия;

криогенные (термоэрозия, термоабразия, термокарст, пучение грунтов, наледи и др.);

карстовые и др.

Поверхности скольжения оползней, карстовые и термокарстовые образования могут находиться и под дном долины - руслом, бечевником к пойме реки, озерным или морским пляжем и тельбом (на косогорах).

6.6. На участках с несложными условиями инженерно-геологическую съемку масштаба 1:5 000 или 1:10 000 и картировочную геофизическую разведку следует выполнять только в местах смещений оси мостового перехода (п.6.3), поскольку основные объемы этих работ выполнены при сравнении вариантов (пп.3.48-3.51).

В дополнение к трем-четырем выработкам, заложенным на варианте перехода (п.3.52), проходят скважины по створу на каждом выделенном инженерно-геологическом участке, отрезке между переломами профиля живого сечения русла, но не реже чем через 100 м для возможности построения достоверного геологического разреза (рис.36). При сложности получаемого разреза число выработок на оси створа мостового перехода увеличивают. Если принятый створ смещен от оси изученного варианта (см.гл.3) на расстояние, большее 15 м, может возникнуть необходимость разведки перехода заново.

Изыскания на переходах со сложными инженерно-геологическими условиями

6.7. На участках со сложными условиями выполняют инженерно-геологическую съемку масштаба 1:2 000 на той же или в случае смещения оси принятого варианта новой площади (п.3.48). В порядке обоснования этой крупномасштабной съемки могут потребоваться дополнительные геофизические работы. Их цель - выявление на новой площади и уточнение на уже обследованной местности положения различных подземных образований. К последним относятся: поверхности смещения оползней, древние и современные погребенные долины, заполненные и незаполненные карстовые и

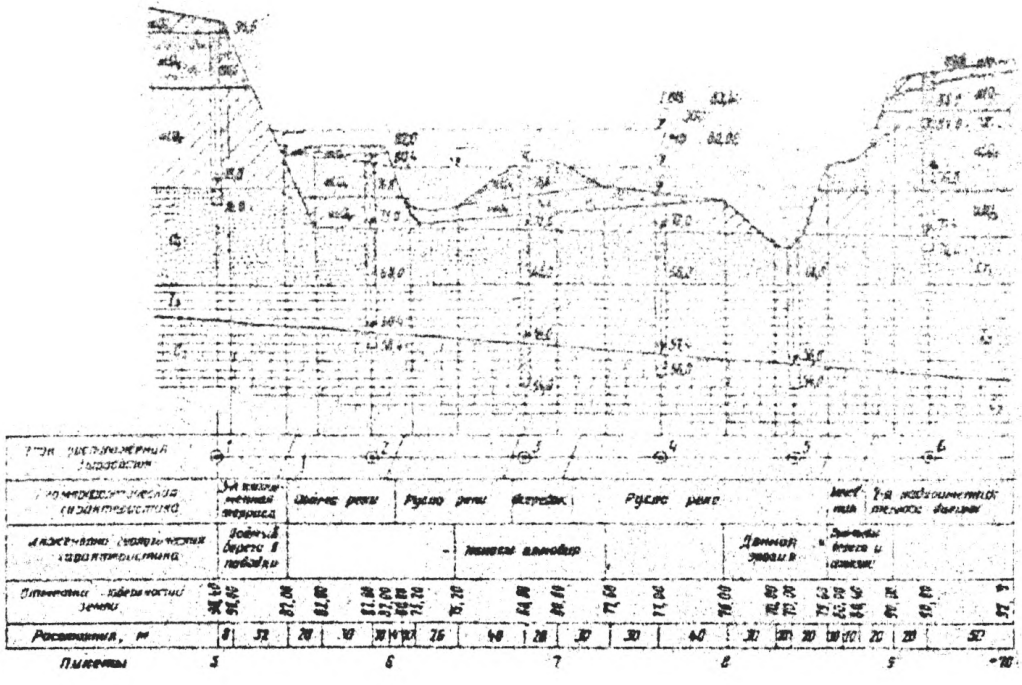


Рис.36. Инженерно-геологический профиль по оси мостового перехода

мерзлотные полости и тектонические трещины, зоны повышенной трещиноватости, дробления и истирания и кора древнего выветривания скальных и полускальных пород, карманы элювия, линзы, пласты и жилы подземных льдов и некоторые другие.

6.8. Если к моменту начала детальной разведки положение и тип фундаментов опор и устоев проектируемого моста еще не определены, скважины по оси мостового перехода размещают в том же порядке, что и при несложных условиях (п.6.6). Подробнее об этом сказано в пособиях [26,гл.У; 66,гл.4; 135,148] .

Кроме упомянутых закладывают дополнительные скважины по оси створа перехода и на поперечниках к ней для уточнения положения, форм и размеров образований, указанных в п.6.5, выявленных и приближенно оконтуренных геофизической разведкой. Скважины проходят, как указано в пп. 4.58, 4.70, 4.85 и 4.86.

6.9. При известных положении и размерах опор и устоев проектируемого моста скважины задают в пределах подошвы их фундаментов. Примерные число и глубины разведочных скважин в основании одной опоры (устоя) при различном геологическом строении толщ пород в основании указаны в табл. 7. Когда длина опоры по большей оси превышает 15 м (см.пп.1-7 табл.7), вместо одной закладывают две скважины. Если на площадку подошвы фундамента попали выработки, пройденные еще при изысканиях для выбора варианта мостового перехода (п.3.52), объемы планируемых разведки и отвечающего ей опробования вскрываемых грунтов соответственно сокращают.

Одну скважину проходят в центре контура фундамента в месте пересечения обеих осей опоры (устоя). Две скважины проходят по краям ее длинной оси. Третью скважину бурят у одной из длинных сторон опоры так, чтобы три выработки образовывали равносторонний треугольник с основанием, равным длине большей ее оси. Четыре скважины размещают по углам ромба, вписываемого в плановое очертание подошвы фундамента проектируемой опоры (устоя) – по краям

Таблица 7

№ п/п	Инженерно-геологические условия основания проектируемой опоры	Число скважин	Глубина разведки
1.	Массивы равномерно трещиноватых невыветрелых изверженных и метаморфических пород	1-2	В плотной скале до 5 м
2.	Скальные осадочные породы с горизонтально или полого-наклонно залегающими пластами, невыветрелые, равномерно трещиноватые	1-2	То же
3.	Коренные плотные песчаные и глинистые породы с горизонтально или полого-наклонно залегающими пластами	1-2	В коренной породе до 15 м
4.	Моренные отложения	1-2	В морене до 15 м
5.	Галечники и гравий	1-2	В галечниках и гравии до 10 м
6.	Пески от крупных до мелких плотные и средней плотности	1-2	До 30 м
7.	Глинистые грунты от твердой и полутвердой консистенции до тугопластичной	1-2	До 30 м
8.	Глинистые грунты текучей, текуче- и мягкопластичной консистенции, ил, торф, сапропель	1-2	На 5 м ниже поверхности толщи подстилающих прочных пород, но не более 40м
9.	Падение пластов и уклоны кровли прочных пород, подстилающих аллювий и элювий, превышают 15°, имеются эрозионные врезы и карманы выветрелых пород	2-3	На 5 м ниже поверхности прочных пород, но не более 30 м
10.	Каменная соль, гипс, ангидрит, соле- и гипсоносные породы	2-3	На 5 м ниже подошвы толщи растворимых пород, но не более 30 м

Продолжение табл.7

№ п/п	Инженерно-геологические условия основания проектируемой опоры	Число скважин	Глубина разведки
II.	Карстовые полости в толщах карбонатных и других растворимых пород	2-3	На 5 м ниже подошвы горизонта карстования, но не более 30 м
I2.	Линзы и пласты подземных льдов полости выветривания, просадочные грунты, несквозные талики в песчано-глинистых грунтах	2-3	На 5 м ниже подошвы толщи подземных льдов и полостей, просадочных грунтов, но не более 30 м
I3.	Тектонические разрывы, зоны дробления, брекчирования и истирания пород, погребенные формы отседания склонов	3-4	На 5 м ниже зоны нарушения, дробления и истирания пород, но не более 30 м
I4.	Поверхности скольжения оползней	3-4	На 5 м ниже самой нижней поверхности скольжения
I5.	В аллювии погребены глыбы, валуны, стволы деревьев	2-3	На 5 м ниже подошвы аллювия, горизонта обнаружения обломков, но не более 30 м
I6	Пластично- и твердомерзлые песчано-глинистые грунты	I-2	До 20 м

обеих ее осей.

6.10. Если геофизическая разведка обнаружила на расстоянии до 10 м от предполагаемого места размещения опоры (устоя) карстовые или мерзлотные полости, подземные льды, может быть принято решение о смещении оси моста или сдвижке отдельных опор по его оси.

Для определения точного положения в плане и по глубине, форм и размеров перечисленных образований бурят дополнительные скважины.

По осям проектируемых дамб и других регуляционных и защитных сооружений проходят скважины с целью установления геологического строения основания и построения профилей.

6.11. В скальных, пластично - и твердомерзлых грунтах скважины проходят преимущественно колонковым способом всухую, чтобы не пропустить в разведываемых толщах прослоев мягких, просадочных, набухающих, растворимых и мерзлых грунтов и не растеплять керн последних.

В зависимости от преобладающих глубин разведки (10-40 м) начальные диаметры скважины принимают при колонковом бурении 100-150 мм, при ударно-канатном - 127-325 мм и иногда более. О технике бурения толщ вечномерзлых грунтов см. в пп.4.77-4.79.

Скважины бурят с понтонов, плотов, льда - на мелководьях с подмостей и подмостей - на косах, отмелях и осередках.

Техника бурения детально описана [18,149].

Опробование грунтов и воды

6.12. Колонковые керны из всех скважин извлекают целиком и укладывают в ящики для возможности детального описания пород разреза. С каждым рейсом ударно-канатной проходки отбирают пробы грунтов в ячейки специальных ящиков, вынутые оттуда и осушенные пробы из желонок.

Образцы мерзлых грунтов упаковывают, хранят и транспортируют, как указано в пп. 4.80 и 4.81. Во всех вскрывающих мерзлые грунты сухих скважинах после выстойки измеря-

от температуру, как указано в пп.4.78 и 4.92.

Колонковые керны, образцы, пробы хранят в течение всего времени изысканий, в небольшими части, характеризующую разрезы отдельных инженерно-геологических участков мостового перехода, - до конца строительства моста, благодаря чему обеспечивается возможность контрольных просмотров и лабораторных определений.

6.13. Естественную влажность и объемную массу определяют на каждом метре, номенклатурные характеристики грунтов - послойно, но не реже чем на каждых 2 м мощного разведываемого пласта по глубине.

В зоне возможного размыва для супесей определяют также гранулометрический состав и сцепление. Для разработки прогноза изменения мерзлотно-грунтовых условий для мерзлых грунтов устанавливают [130,131] (приложение 10):

температуры в зоне годовых теплооборотов;

влажность суммарную с учетом содержания незамерзшей воды в грунте, находящемся между ледяными включениями;

объемную массу;

предельно длительные параметры прочности мерзлых и оттаивающих грунтов;

коэффициенты оттаивания, сжимаемости оттаивающего под нагрузкой грунта.

Образцы мерзлых грунтов берут по горизонтам криогенного строения толщи, испытывающей годовые колебания температуры.

Другие характеристики, необходимые для разработки прогноза изменения мерзлотно-грунтовых условий, находят по расчетным формулам или таблицам (см.табл.5). Пособием по теплотехническим расчетам служат указания [133].

6.14. Для определения объемной массы, испытаний прочности и сжимаемости глинистых грунтов несущих пластов отбирают образцы ненарушенного сложения. Монолиты грунтов твердой, полутвердой и тугопластичной консистенции и твердомерзлых отбирают обуривающими грунтоносами, а грунтов мягко-, текучепластичной и текучей консистенции и пластично-мерзлых при наличии в грунте структурных связей

грунтоносами.

Конструкции грунтоносов и способы отбора ими монолитов грунтов из скважин описаны в источниках [88, 105 и 150].

6.15. В расчетах при проектировании используют обобщенные значения прямых показателей свойств грунтов: объемной массы, модуля общей деформации, сцепления, угла внутреннего трения, временного сопротивления сжатию при водонасыщении. Для обоснования технического проекта моста надежность определения обобщенной величины прямого показателя должна быть не менее 0,95. Для ее достижения необходимо подвергать статистической обработке не менее 25 частных значений прямого показателя свойств грунта отдельного инженерно-геологического элемента [78].

Из отдельного пласта, слоя, линзы, используемых в качестве несущих опоры проектируемого моста в сфере воздействия опор, отбирают до 25 монолитных кернов одного и того же грунта из нескольких скважин. Высота керна должна быть не менее 25 см, диаметр - 10 см. Это позволяет отбирать достаточное количество образцов (около десяти) в кольце сдвиговых и компрессионных приборов и обрезать краевую (шириной до 14 мм) зону по периферии цилиндра грунта, которая может быть нарушена при отборе монолита грунтоносом.

Если несущий пласт будет служить основанием нескольких опор моста, то в каждой скважине из него понадобится отобрать всего по нескольку монолитных кернов для получения достаточного по объему экспериментального материала. Например, если на нем фундируют четыре опоры, основание каждой из которых разведывают двумя скважинами, то из одной скважины нужно будет отобрать по 3-4 монолита интересующего грунта несущего пласта. Объемы опробования возрастают, если несущие пласты не выбраны и положение проектируемых опор и устоев еще не определено.

6.16. До настоящего времени нет надежных способов отбора образцов ненарушенного сложения из водоносных и сухих песков и гравия. Если эти грунты слагают несущий слой, то для определения их плотности и прочности в мас-

сиве целесообразно применять статическое зондирование. При установленной этим способом плотности можно испытать песчаный грунт на колоночной пробе на сопротивление сжатию и ускоренному неконсолидированно-недренированному сдвигу в лаборатории для определения модуля общей деформации и параметров природной прочности (см.схему I в табл.3).

Образцы глинистых грунтов ненарушенного сложения, твердой, полутвердой и тугопластичной консистенции испытывают по этой же схеме. Глинистые грунты мягко-,текучепластичной и текучей консистенции испытывают по схемам II и IУ табл.3 или лопастными приборами на сопротивление вращательному срезу в массиве.

6.I7. Воды русла, проток и всех гидравлически самостоятельных водоносных подземных горизонтов, вскрытых скважинами, анализируют для определения агрессивности воды-среды по отношению к бетону.

В отдельных случаях в местах, где при вскрытии котлованов под береговые опоры и устои моста возможен значительный водоприток, может понадобиться выполнение единичных пробных откачек для определения коэффициента фильтрации водовмещающей породы и расчета размеров ожидаемого водопритока в котлован с целью проектирования водоотлива.

Режимные и стационарные наблюдения

6.I8. При значительных размерах, интенсивности развития и недостаточной изученности на участке перехода оползневых смещений, селевых явлений, карста, береговой и донной эрозии,мерзлотных процессов может потребоваться организация режимных гидрогеологических,температурных и стационарных наблюдений за развитием и протеканием этих процессов. Эти наблюдения выполняют по индивидуальным программам. Методика их проведения описана в литературе [29;3I;60,гл.П,п.5,гл.Ш,п.5; 65;I23;I24].

6.I9. В районах распространения вечномерзлых грунтов при наличии последних на участке мостового перехода может

возникнуть необходимость проведения наблюдений за изменением температуры пород в годовом цикле в специально оборудуемых скважинах с целью прогноза изменения мерзлотных условий в основании устоев, опор и других мостовых сооружений.

Методика термокаротажа скважин, температурных и гидрогеологических режимных, а также стационарных наблюдений за развитием и протеканием термокарстовых, термоэрозионных и наледных процессов описана в ряде источников, перечисленных в пп.4.82, 4.92,4.93 и 4.94. Стационарные и режимные наблюдения выполняют по индивидуальным программам (см.п.4.95).

Результативные материалы

6.20. В процессе изысканий проектировщикам выдают инженерно-геологическую карту масштабов I:5 000-I:2 000 (рис.37),продольный инженерно-геологический профиль по створу мостового перехода масштабов I:500-I:200 (см. рис.36), инженерно-геологические разрезы в пределах уровня высоких вод и по основаниям проектируемых опор и устоев, регуляционных сооружений масштабов I:200-I:100, колонки разведочных скважин масштабов I:100-I:50, ведомость обобщенных значений прямых показателей свойств грунтов несущих (и расчетных) пластов.

6.21. Составляют заключение (отчет) по инженерно-геологическим условиям мостового перехода.

В общей части заключения характеризуют рельеф, геоморфологию, геологическое строение, гидрогеологические и мерзлотные условия всего мостового перехода.

В специальной части описывают инженерно-геологические условия отдельных участков изученной площади: створ перехода и прилегающую пятикилометровую полосу (200 м вниз и 300 м вверх от оси трассы), геологическое строение, гидрогеологические и мерзлотные условия выделенных инженерно-геологических участков, состав, сложение, состояние и свойства грунтов отдельных инженерно-геологических элементов, геологические процессы и явления,местные иско-

паемые строительные материалы, которые предполагается применить при строительстве комплекса проектируемых сооружений, агрессивность подземных и поверхностных вод.

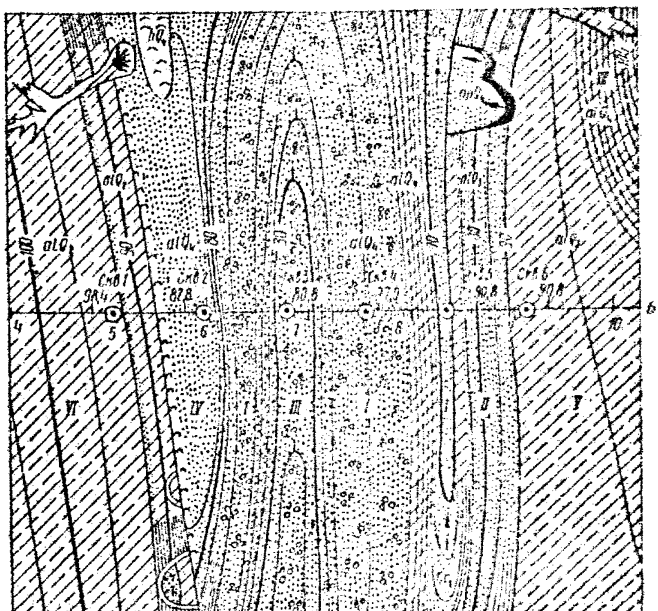


Рис.37. Макет инженерно-геологической карты масштаба 1:2 000 по участку мостового перехода:
I - русло реки; II - бечевник; III - осередок; IУ - пойма; У - вторая надпойменная терраса; УI - третья надпойменная терраса; УII - коренной склон правого берега долины

В отчете обосновывают примененные при инженерно-геологических изысканиях на мостовом переходе состав, объемы и методику выполненных работ, возможные отступления от

первоначальной программы и необходимость ее корректировок в ходе изысканий и проектирования, приводят рекомендации по выбору несущих пластов и типов оснований опор моста и других сооружений перехода и другим вопросам проектирования.

Текст отчета иллюстрируют фотографиями, зарисовками, инженерно-геологической картой участка масштабов 1:5 000-1:2 000(см.рис.37) в зависимости от сложности условий.

Глава 7. ИЗЫСКАНИЯ НА УЧАСТКАХ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТОННЕЛЕЙ

Цели, задачи и состав планируемых работ

7.1. Инженерно-геологические изыскания на участках проектируемых тоннелей проводятся с целью получения материалов, необходимых для обоснования следующих проектных решений:

уточнения положения принятого варианта тоннеля в плане и профиле с учетом особенностей инженерно-геологических условий;

установления способов ведения горных работ, отвечающих особенностям массива как природной среды проектируемых подземных сооружений и обеспечивающих безопасность строительства и сохранность земной поверхности над тоннелем;

правильного выбора временной и постоянной крепи тоннельной выработки с учетом возможности развития горного давления при строительстве и эксплуатации сооружений;

разработки мероприятий по защите обделки от возможного агрессивного воздействия на нее грунтов и подземных вод;

отвода и дренажа воды, вентиляции и водоснабжения;

использования извлекаемых из тоннеля при строительстве пород и отводимых подземных вод.

7.2. Задачами изысканий являются изучение геологического строения массива и новообразований в нем, его гидрогеологических, температурных и мерзлотных условий, сос-

таве, сложения, состояния и свойств грунтов (пород) и прогноз изменения инженерно-геологических условий при строительстве и эксплуатации тоннеля и других проектируемых подземных и наземных сооружений.

7.3. В состав изысканий по принятому варианту размещения тоннеля входят главным образом разведка, полевое и лабораторное опробование грунтов и воды, опытные гидрогеологические работы и камеральная обработка получаемых данных.

При планировании размещения и объемов этих работ полностью используют результаты ранее выполненных на участке инженерно-геологических изысканий для выбора варианта положения тоннеля: инженерно-геологических съемок (пп.3.55,3.57,3.64), геофизических работ (пп.3.56,3.58, 3.64), разведки (пп.3.58,3.60) и опробования грунтов и вод (п.3.59). Вместе с техническим заданием получают продольный профиль и план участка с показанием положения тоннеля.

Если положение принятой трассы проектируемого тоннеля и его обустройств несколько смещено в плане и по глубине по отношению к оси ближайшего обследованного варианта (см.гл.3), проводят дополнительные инженерно-геологическую съемку и геофизическую разведку на необследованных площадях с такой же детальностью, как и при выборе варианта.

Результаты съемок и геофизической разведки, выполненных до предварительной разведки и опробования (пп.3.58-3.60), позволяют расчленить массив на отдельные геоморфологические элементы и инженерно-геологические участки и нацелить на их обследование программируемые изыскательские работы.

Особенности инженерно-геологических условий

7.4. Объемы и методика работ зависят от сложности инженерно-геологических условий участков и особенностей взаимодействия массива с проектируемыми подземными сору-

жениями, для которых он является природной средой. Сфера воздействия этих сооружений на массив пород может охватывать всю надтоннельную зону, пронизываемую дренажными и вентиляционными устройствами, основание и заобделочные пространства тоннеля, шахт, штолен на глубину от 5м (в скальных породах) до 20 м (в пластично-мерзлых грунтах) и более (в пределах депрессионной воронки поверхности подземных вод, образующейся при водоотливе в период строительства и в случае дренирования в эксплуатации)

В табл.8 характеризуется сложность инженерно-геологических условий участков и массивов для подземного строительства, обусловленная особенностями взаимодействия подземных сооружений с природной средой (по назначению, размерам их и направлению осей проектируемых устройств).

Разведочные работы

7.5. При несложных инженерно-геологических условиях (см.табл.8) обходятся теми тремя-четырьмя скважинами, которые были пройдены при обследовании варианта тоннеля (п.3.58). Если участки принятого и обследованного при выборе варианта положения тоннеля не совпадают в плане, проходят по одной скважине на порталах и в местах пересечения трассой понижений и выпуклостей рельефа поверхности. Скважины должны пройти рыхлообломочные отложения на всю их мощность и быть заглублены не менее чем на 3 м в подстилающие невыветрелые скальные породы. При большой мощности толщи нескальных пород скважины заглубляют на 6 м ниже проектной отметки подошвы тоннеля. Между скважинами для разведки покровных отложений через 100-200 м по оси трассы проходят шурфы, канавы, расчистки до невыветрелых коренных пород (рис.38).

7.6. В сложных инженерно-геологических условиях, но при отсутствии в массиве перечисленных в табл.8 новообразований и в том случае, когда геологическое строение его не может быть надежно интерпретировано при выполнении крупномасштабных инженерно-геологических съемок и дета-

Таблица 8

Элементы инженерно-геологических условий	Несложные условия	Сложные условия
Рельеф поверхности	Рельеф спокойный. Склоны устойчивые	Пересеченный рельеф. Склоны нередко крутые или обрывистые
Явления, развитые на поверхности	Поверхностные явления отсутствуют или слабо выражены в рельефе	Развиты карстовые, эрозионные, селевые явления, термокарстовые формы, наледи и др. На склонах имеются глубовые развалы, курумы, осыпи, оползни, осовы, формы отседания
Геологическое строение массива	Участок сложен массивными и метаморфическими породами или согласно залегающими мощными крутопадающими пластами слаботрещиноватых осадочных и метаморфических пород. Контакты пластов прочные. Массив не содержит вредных газов	Массив сложен пластами пород разного состава, залегающими горизонтально или пологонаклонно, осложненными флексурами, или образован породами, разбитыми трещинами, с наклонными пластами. Массив осложнен сдвигами, разрывами, кливажем, зонами разгрузки напряжений и дробления пород, трещинами отпора Массив сложен засоленными, набухающими или просадочными при увлажнении грунтами, содержащими метан, углекислый газ, сероводород, и мерзлыми (песчано-глинистыми) породами
Новообразования в массиве	Новообразования отсутствуют или участие их в строении массива незначительно	В массиве содержатся погребенные долины, выполненные аллювием, карстовые и мерзлотные полости и тектонические трещины, заполненные и незаполненные, зоны дробления, брекчирования, истирания и выветривания по трещинам, линзы и пласты сильнольдистых пород и подземных льдов, погребенные формы отседания склонов

Продолжение табл.8

Элементы инженерно-геологических условий	Местные условия	Сложные условия
Расположение сооружения по отношению к слоистости	Сооружение размещено в толще одной породы или проектируется вкрест простирания моноклинально падающих пластов или оси антиклинали	Сооружение сечет несколько пластов, тектонические нарушения или проектируется в толщах пород, неблагоприятных по составу и свойствам, по простиранию пластов
Неотектоника района и участка	Сейсмичность менее 7 баллов. Участок стабилен или испытывает слабые знакопеременные движения	Сейсмичность 7 баллов и более. Местность поднимается или опускается со скоростью более долей сантиметра в год
Свойства пород массива	Породы обладают высокой прочностью, крепостью, упругостью и водопроницаемостью. Контакты пластов прочные, плотные, не пропускающие воды и газов	Прочность, крепость, упругость и водопроницаемость пород в массиве и на контактах пластов понижены, температура повышенная или отрицательная
Гидрогеологические условия массива	Водоносные горизонты отсутствуют или в массиве имеется один горизонт, не связанный с местными поверхностными водами. Напор подземных вод менее 30 м. Воды не агрессивны на бетон. Водовмещающие песчаные породы хорошо отдают воду. Водоприток в проектируемый тоннель не превышает 50 м³ в час	Массив содержит несколько водоносных горизонтов, часть из которых имеет связь с поверхностными водами участка или между собой. Напоры подземных вод превышают 30 м. Воды агрессивны по отношению к бетону. Песчаные водовмещающие породы обладают слабой водоотдачей. Водоприток в проектируемый тоннель превысит 50 м³ в час. Радиус депрессионной воронки может составлять десятки и даже сотни метров

льной геофизической разведки (пп.3.58-3.60), проходят скважины (рис.39):

у порталов на поперечнике к оси трассы по краям проектного контура тоннеля (две у каждого портала);

по оси трассы примерно через 100 м, но так, чтобы скважины попали на места пересечения трассой выпуклостей рельефа, тальвегов и понижений и ровные участки между ними; часть скважин по усмотрению геолога и геофизика целесообразно заменить точками геофизической разведки, если это позволит достаточная дифференциация пород изучаемого разреза по электрическим сопротивлениям, сейсмическим особенностям и т.п.

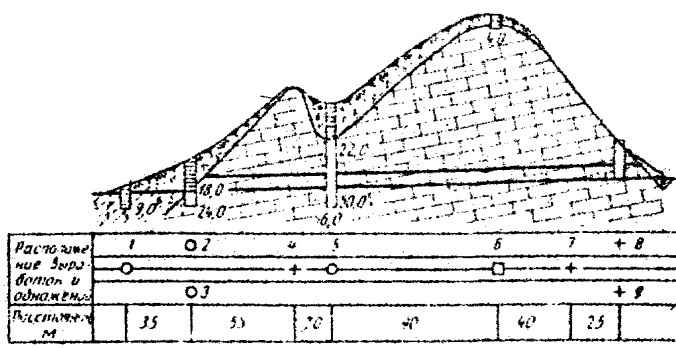


Рис.38. Схема разведки участка тоннеля при несложных инженерно-геологических условиях (выдержанное моноклинальное залегание пластов, хорошая обнаженность местности, отсутствие неблагоприятных геологических процессов и явлений)

При протяжении проектируемого тоннеля менее 100 м количество скважин не должно быть менее пяти: по две у порталов и одна на оси трассы, желательно в точке наибольшей отметки в надтоннельной зоне.

На участках проектирования бортовых тоннелей на скло-

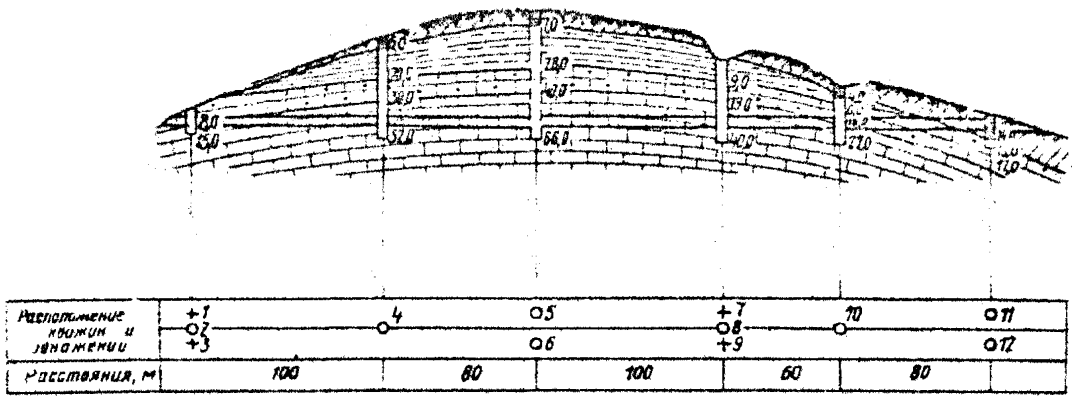


Рис. 39. Схема разведки участка проектируемого седлового тоннеля, пересекающего антиклинальную складку вкрест простирания

ках с хорошей обнаженностью при возможности детального изучения трещиноватости и элементов залегания пластов пород число выработок за счет описания обнажений и расчисток может быть существенно сокращено.

7.7. На седлах и склонах со слабой обнаженностью при падении пластов пород и поверхностей трещиноватости круче 15°, наличии на участке нарушений, надвигов и других тектонических нарушений, различных новообразований выполняют детальные комплексные геофизические работы с целью выявления и оконтуривания в массиве линий разрывов, зон трещиноватости, дробления, обводнения и выветривания пород, полостей и т.п. [34,41,67-69].

В местах выявленных геофизических аномалий, не объясняющих особенностей геологического строения и гидрогеологических условий массива, может возникнуть необходимость проходки дополнительно к скважинам систематической сети (п.7.6) выработок.

7.8. Участки подходных к тоннелю выемок разведывают, грунты опробуют как и в прочих условиях изыскания для обоснования проектов земляного полотна (см.гл.4).

7.9. Все скважины и горные выработки после окончания разведки, извлечения образцов и проведения в случае необходимости режимных гидрогеологических и температурных наблюдений тщательно тампонируют при ликвидации в соответствии с требованиями инструкции [153].

Опробование грунтов

7.10. В задачи опробования входят:

расчленение изучаемых массивов и разведанных толщ на отдельные инженерно-геологические элементы по номенклатурным критериям состава, сложения, состояния и свойств слагающих эти элементы пород;

получение обобщенных значений прямых показателей свойств грунтов инженерно-геологических элементов, попавших в сферы воздействия проектируемых сооружений тоннельного комплекса, для использования в расчетах при проектировании;

оценка влияния химического состава грунтов, подземных вод и газов на материалы обделок для возможности выбора средств и способов защиты;

помощь проектировщикам в обосновании принимаемых ими решений по способам проходки, временного крепления подземных выработок, удаления пород и подземных вод и использования тех и других в строительстве прочих дорожных сооружений.

7.II. Колонковые керны извлекают из скважин цедиком. Пробы грунтов для осмотра и описания отбирают при ударно-канатном бурении на каждом рейсе. Керны и пробы хранят в ящиках до окончания изысканий для возможности проверки правильности первичного описания.

Образцы грунтов и пород для лабораторных анализов и испытаний берут из одной трети всех пройденных выработок, намеченных к опробованию на каждом инженерно-геологическом участке разведываемого массива. Образцы отбирают из каждого слоя разведываемых толщ. При большой мощности пласта в недтоннельной зоне достаточно взять образцы не реже чем через 4 м, а в слоях, захватываемых самими проектируемыми подземными сооружениями и прилегающих к последним (в сферах воздействия), - на каждом метре проходки по глубине. Образцы и керны хранят до окончания строительства для возможности выполнения контрольных и уточняющих анализов и испытаний.

7.I2. В толщах массива, не входящих непосредственно в сферы воздействия проектируемых подземных сооружений, т.е. в верхней части недтоннельной зоны, породы опробуют для определения главным образом номенклатурных характеристик с целью расчленения геологолитологического разреза массива.

Для каждой разновидности скальных и полускальных пород определяют:

петрографический состав, а для осадочных опементированных разностей также и состав цемента;

объемную массу и удельный вес, водопоглощение;

пределы прочности при сжатии и на скалывание в сухом и водонасыщенном состояниях;

морозостойкость, если породу намечено использовать в качестве строительного материала (для изготовления плит, бутового камня, щебня).

Те же определения выполняют и для скальных пород в глыбах и валунах. При этом устанавливают гранулометрический и петрографический состав дресвы, гравия, щебня и гальки; определяют гранулометрический и минералогический состав, предельные плотности и удельный вес песков. Если они будут использованы для укладки в насыпи, то, кроме того, находят их углы естественного откоса, максимальную плотность и оптимальную влажность, а при применении в качестве дренирующих грунтов - так же коэффициент фильтрации при проектной плотности.

Для глинистых грунтов определяют влажность, пределы пластичности, объемную массу и удельный вес, а при использовании для возведения насыпей, кроме того, максимальную плотность и оптимальную влажность. Влажность и плотность глинистого грунта определяют для всех интервалов разреза, где визуально можно обнаружить изменение консистенции, но не реже чем на каждом метре разведываемого разреза. Их целесообразно определять в полевой лаборатории партии, отряда.

7.13. В сферах воздействия тоннеля и других проектируемых сооружений комплекса, т.е. в объеме самих подземных выработок и в прилегающих зонах перераспределения напряжений в массиве, атмосферных влияний и гидрогеологических изменений (п.7.4), кроме номенклатурных, определяют и прямые показатели свойств грунтов. Обобщенные значения прямых показателей свойств грунтов используют в расчетах ожидаемого горного давления и непосредственно для решения вопросов проектирования сооружений (назначение типов тоннельной и шахтной обделки, конструкции дренажей и др.). Надежность обобщенного показателя принимают равной 0,95 [78].

К прямым показателям относят:

коэффициент разделенности пород или число расколов по трещинам и плоскостям напластования, приходящееся на 1 м длины керна скальных и полускальных пород той или иной разновидности в зависимости от положения в разрезе в сфере воздействия подземного сооружения;

коэффициент крепости, принимаемый равным ориентировочно одной сотой величины временного сопротивления породы сжатию;

модуль деформации, определяемый при испытаниях грунтов и пород прессиометром или иногда опытными нагружениями на штампы;

коэффициент фильтрации водовмещающих пород, устанавливаемый по данным опытных откачек или испытаний образцов;

параметры прочности песчаных и глинистых грунтов, устанавливаемые при испытаниях по схемам I-IУ табл.3 в зависимости от местных условий;

давление набухания глинистых пород как часть ожидаемого горного давления, определяемое при компрессионном испытании с компенсацией нагрузками;

модуль деформации песчаных и глинистых грунтов, устанавливаемый при компрессионных испытаниях;

временное сопротивление на прорыв глинистых пород водоупоров под действием гидростатического давления (по табл. 9), см. также [I84, п.3.26];

объемную массу грунтов;

плотность сухих или водоносных песков, определяемую статической пенетрацией в массиве.

Таблица 9

Разновидности глинистых пород	Средняя естественная влажность, %	Сопротивление на прорыв, тс/м^2
Песчаные и углистые разности глин неплотного сложения	I7-I9	8-9
Углистые и песчаные глины средней плотности	I9-2I	I2-I5

Продолжение табл.9

Разновидности глинистых пород	Средняя естественная влажность,%	Сопротивление на прокол, кг/см²
Пластичные глины средней плотности	20-21	19-20
Слабопесчаные и пластичные уплотненные глины	19-20	22-25
Глины очень плотного сложения твердой и полутвердой консистенции	18-20	25-30

7.14. Если сферы воздействия проектируемых подземных сооружений захватывают вечномерзлые толщи и необходим прогноз изменения мерзлотно-грунтовых условий при строительстве и эксплуатации тоннеля и его обустройств, определяют характеристики (п.6.13) и температуру грунтов на глубине заложения подземных выработок. Для комплексов надземных сооружений и зданий находят также коэффициенты сжимаемости грунтов, оттаивающих под нагрузкой, и коэффициенты оттаивания грунтов (приложение 10).

Ожидаемую на проектной глубине заложения температуру мерзлых грунтов вычисляют по формуле

$$T_H = t_б + \frac{H - h}{G},$$

где T_H - температура на глубине H предполагаемого заложения тоннеля или другой подземной выработки, °С;

$t_б$ - средняя температура воздуха данной местности, с;

h - глубина слоя постоянных годовых температур, м;

G - геотермическая ступень, равная примерно 33 м на $1^{\circ}C$.

В случае, когда проектируемая подземная выработка прорезает пласт засоленных или гипсоносных пород, в единичных водных вытяжках в породах каждого пласта определяют состав и содержание солей, а в солянокислых вытяжках - гипса. При этом оценивают агрессивное воздействие пород на бетон и коррозийное на металлы подземных сооружений и их обделок, определяют возможность использования грунтов для возведения насыпей.

В загазованных породах устанавливают состав и содержание газов. Оно примерно соответствует величине ак-

тивной пористости породы и определяется газометрами [151].

Коэффициент разрыхляемости грунтов, извлекаемых при строительстве из подземных выработок, вычисляют по формуле

$$K = \frac{V_1}{V} > 1 ,$$

где V_1 - объем добытой породы, $м^3$;

V - объем добытой породы, который она имела в массиве в естественном залегании, $м^3$.

Коэффициент может быть приближенно подобран по данным, приведенным в табл. 10.

Таблица 10

Породы	К	Породы	К
Песок, супесь	I,I-I,2	Скальные породы средней крепости	I,4-I,6
Грунт с растительностью	I,2-I,3	Крепкие скальные породы	I,45-I,8
Жирная глина, тяжелый суглинок, гравий	I,25-I,3	Весьма крепкие скальные породы	I,8-2,2
Мергели слабые	I,33-I,37		
Глинистые сланцы, слабые скальные породы	I,35-I,45		

Гидрогеологические работы

7.15. Гидрогеологические работы выполняют с целью:

определения общих гидрогеологических условий массива (формирования, питания и разгрузки подземных вод, связей водоносных горизонтов между собой и с поверхностными водами, направлений и скоростей движения потоков и др.);

получения данных о водопроницаемости водовмещающих пород и водообильности горизонтов (коэффициенты фильтрации, удельные дебиты) для расчетов водопритоков в выработки, проектирования водоотлива, водопонижения и дренажных устройств;

определения величин гидростатических давлений на обделки проектируемых подземных сооружений;

установления размеров депрессионной воронки и влияния водоотлива на режим эксплуатации артезианских скважин и колодцев в районе подземного строительства;

оценки агрессивности поверхностных и подземных вод по отношению к бетону и металлам обделок;

выяснения возможности и целесообразности использования подземных вод для строительного, промышленного и питьевого водоснабжения (по химическому и бактериологическому составу, динамическим запасам, условиям забора);

прогноза колебаний уровней подземных вод при эксплуатации тоннеля и его обустройств.

7.16. Для определения напора вод, водообильности горизонтов, коэффициента фильтрации водовмещающих пород применяют опытные откачки из вскрываемых скважинами водоносных горизонтов в сферах воздействия проектируемых подземных сооружений. При этом отбирают пробы воды на анализ состава. В несложных гидрогеологических условиях (см. табл.7) выполняют единичные откачки в немногих скважинах. В сложных условиях может потребоваться проведение откачки в каждой третьей из пройденных скважин и кустовые откачки, а также выполнение режимных наблюдений за колебаниями напоров и уровней подземных вод до начала проходки тоннеля в течение всего периода изысканий в отдельных специально оборудуемых скважинах. Последнее осуществляется с целью прогноза изменения гидрогеологического режима на периоды строительства и эксплуатации тоннеля и его обустройств.

Методика гидрогеологических работ описана в литературных источниках [27, гл.II,УП, § 3 ; 38 , гл.УП,УШ; II3 ; I52].

Температурные и мерзлотные наблюдения

7.17. При проектировании тоннеля в вечномерзлой толще рыхлообломочных грунтов и в зонах, где скважины вскрыли породы с отрицательной температурой или, напротив, температурой,превышающей среднегодовую, выполняют термокаротаж и температурные наблюдения,как указано в пп.4.94, 4.95, 8.16 - 8.21, в одной, наиболее глубокой скважине на каждом инженерно-геологическом участке.

7.18. В отдельных случаях может возникнуть необхо-

димость проведения наблюдений за развитием наледей (п.4.97), солифлюкционных процессов (п.4.96) на участках проектируемых порталов.

Результативные материалы

7.19. При изысканиях на участках проектируемых тоннелей собирают большой фактический материал. Нередко на таком участке работает специализированная инженерно-геологическая партия. По журналам инженерно-геологических съемок, геофизической разведки, бурения и горнопроходческих работ, гидрогеологических исследований, полевых испытаний, лабораторного опробования грунтов, режимных и стационарных наблюдений составляют карту фактического материала, каталоги точек электро- и сейсморазведки, выработок, полевого опробования и др.

Целесообразно составлять рабочие карты рельефа поверхности прочных пород в изолиниях, среза грунтов на уровне тоннельной выработки и проектируемых дренажных устройств, сводные ведомости испытаний прочности, деформативных свойств и водопроницаемости грунтов, анализов вод, водных и солянокислых вытяжек.

7.20. Проектировщикам выдают следующие основные документы:

инженерно-геологическую карту масштаба от 1:5 000 (при несложных условиях) до 1:2 000 (для сложных условий) по тоннельному участку и более мелкомасштабные для участков выходов пород массива проектируемого подземного строительства, находящихся от него в стороне (п.3.57);

инженерно-геологические профили по оси проектируемых тоннеля, дренажных штолен и завес; горизонтальные масштабы в зависимости от протяженности тоннеля составляют 1:200 - 1:10 000, вертикальные-1:200 - 1:1 000;

поперечные геологические разрезы масштабов 1:100 - - 1:200;

колонки скважин по участкам проектирования вентиляционных шахт и вертикальных дрен масштабов от 1:100 до 1:500.

7.21. Для характеристики инженерно-геологических

условий участков тоннеля и других проектируемых подземных и наземных сооружений составляют записку с прогнозом изменения природной среды при строительстве и эксплуатации комплекса устройств (пп.7.13, 7.14, 7.15, 7.17, 7.18). На основе результатов выполненных изысканий в ней приводят инженерно-геологические рекомендации по основным вопросам проектирования (п.7.1).

К записке прикладывают таблицы обобщенных значений и паспорта определений параметров прочности, сжимаемости (и набухания) и водопроницаемости грунтов (пород), объемной массы по каждому инженерно-геологическому элементу сфер воздействия проектируемых сооружений на изучаемый массив в зоне заложения тоннеля, дренажей, шахт и др.

Глава 8. РАБОТЫ, ВЫПОЛНЯЕМЫЕ НА ПЛОЩАДКАХ ПРОЕКТИРУЕМЫХ РАЗДЕЛЬНЫХ ПУНКТОВ И РАБОЧИХ ПОСЕЛКОВ

Особенности условий, задачи изысканий и исходные материалы

8.1. Станции и рабочие поселки транспортников располагают преимущественно на надпойменных террасах долин рек, озерных и морских террасах, пологих склонах и шлейфах, плато и плоских водоразделах и на участках, где эти элементы рельефа сопряжены в различных сочетаниях.

8.2. В задачи изысканий на выбранных площадках раздельных пунктов и поселков входит инженерно-геологическое обоснование решений проекта по путевому развитию, фундированию искусственных и других сооружений и зданий, отводу и дренажу воды, планированию площадки, защите проектируемых земляного полотна, сооружений и зданий от воздействия (при возможности) неблагоприятных геологических процессов.

8.3. При выдаче технического задания на изыскания отделу инженерной геологии представляют:

планы масштабов 1:5 000 - 1:2 000 (в зависимости от размеров площадки) в горизонталях с нанесенными на них проектируемыми путевым развитием, осями искусственных соору-

ний и, если определено положение, трассами различных коммуникаций;

поперечные профили по земляному полотну проектируемых путей;

профили по осям проектируемых искусственных сооружений и тальвегам логов, трассам коммуникаций.

8.4. На площадках выполняют работы всех видов, но преимущественно крупномасштабные инженерно-геологические съемки, разведку, опробование грунтов и воды. Для планирования комплекса изысканий используют результаты всех ранее выполненных на участке работ (пп. 3.61, 3.64, 3.65).

Инженерно-геологические съемки

8.5. На площадке проводят инженерно-геологическую съемку масштаба 1:10 000 в несложных и 1:5 000 в более сложных условиях. Площадь картирования расширяют, если это потребуется для изучения развитых на площадке или вблизи от нее неблагоприятных геологических процессов и явлений, применяя при необходимости и масштаб 1:25 000 (пп. 3.12, 3.13).

При съемках, пользуясь ранее отдешифрированными аэроснимками, выделяют на изучаемой площади геоморфологические элементы и в их пределах отдельные инженерно-геологические участки (п.4.4). Если нужно, границы элементов и участков уточняют при помощи картировочных геофизических и разведочных работ. Такая необходимость возникает, [illegible]:

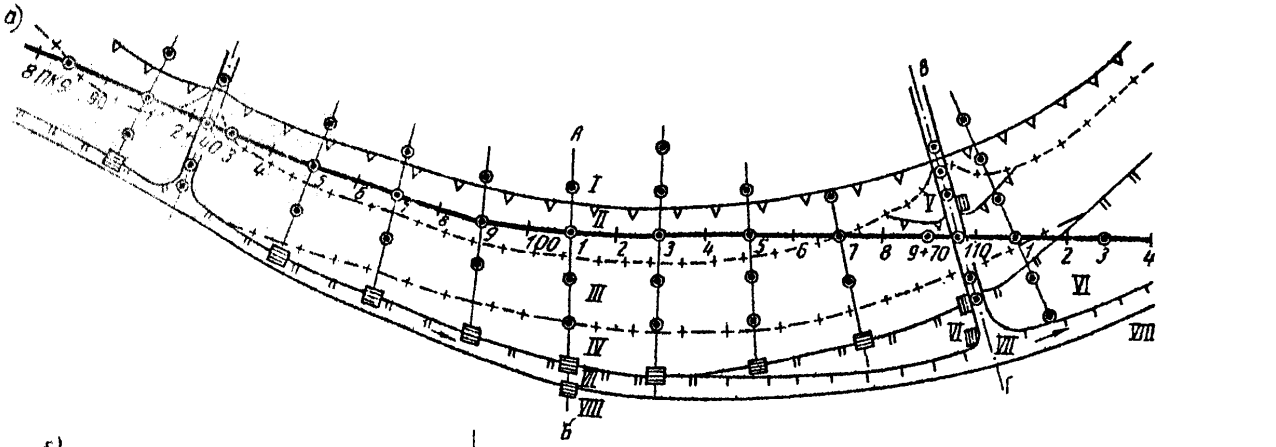
линия сопряжения террасы и склона, нов на примыкании двух террас перекрыты делювием, бровки размыты;

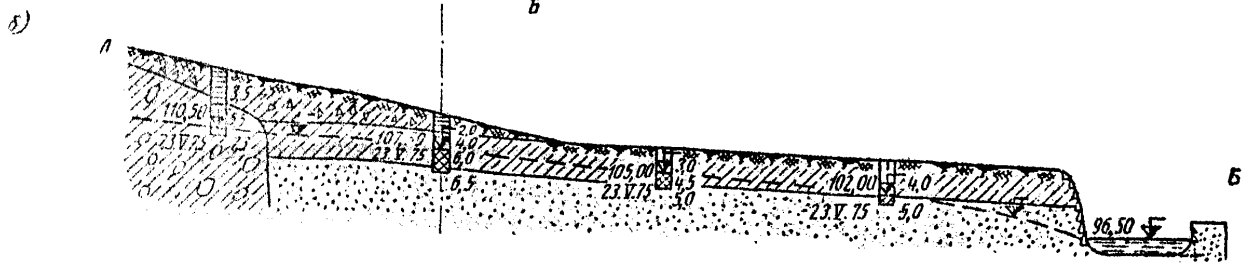
конус выноса очень плавно сопрягается со склоном или выходит на террасу;

состав и сложение грунтов в пределах отдельного геоморфологического элемента изменяются постепенно (см. рис. 3 и 4);

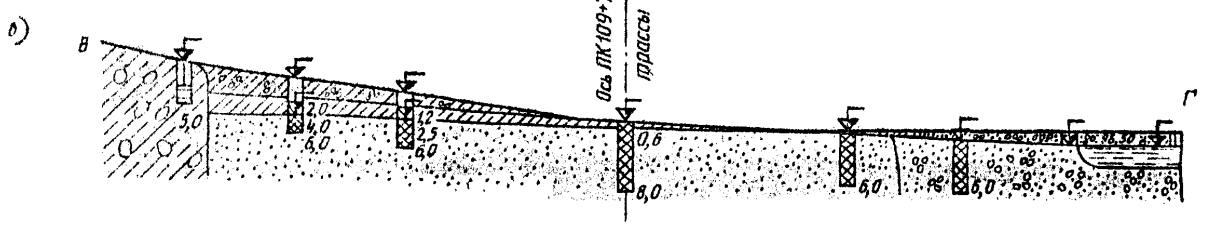
гидрогеологические условия в массиве изменяются постепенно (см.рис. 2 и 40).

Границы элементов и участков в перечисленных случа-





Расположение выработок на поперечнике ПК 101	1	2	3	4	5	6
Расстояния, м	20	30	50	50	50	50	80	10	50
Геоморфологические элементы	Коренной склон	Делювиальный шлейф	Вторая надпойменная терраса долины реки					Русло	Пойма
Инженерно-геологические участки	I	II	III			IV		VII	VIII



Расположение выработок по оси сооружения на ПК 109+70	1	2	3	4	5	6	7	8
Расстояния, м	50	50	100	100	50	50	50
Геоморфологические элементы	Коренной склон	Древний конус выноса оврага		Вторая надпойменная терраса долины реки		Первая надпойменная терраса	
Инженерно-геологические участки	I	V		III		VI	VII

Рис.40. Примерная схема расположения выработок на площадке проектируемой станции в месте причленения древней террасы к пологому коренному склону левого берега:

а – план; б – поперечный геологический профиль на ПК 101; в – профиль по оси проектируемого на ПК 109+70 искусственного сооружения

ях нарезки, и их трудно или нельзя проследить на аэроснимке или топографической карте даже крупного масштаба. Точки ВЗЗ и картировочные выработки задают по обе стороны предполагаемой границы, электро- и сейсмопрофили ведут поперек её протяжения.

Разведочные работы и опробование

8.6. В стадии технического проекта еще неизвестны, как правило, расположение на площадке пассажирского здания и других станционных обустройств, границы путевого развития, но намечены оси искусственных сооружений по главным путям.

Основания искусственных сооружений разведывают и грунты опробуют, как указано в пп. 5.3-5.7, 5.9, 5.13 5.14, но так, чтобы на пересечении осью проектируемого сооружения каждого отдельного инженерно-геологического участка было заложено не менее двух выработок для возможности построения геологического разреза (см.рис.34). В основании протяженных сооружений (труб, лотков и дюкеров под путевым развитием) скважины задают по их оси через 50 м, а при несложных условиях даже через 100 м (см.рис. 32, 33 и 40). В пределах одного инженерно-геологического участка под опоры мостов, путепроводов и т.п. на проектируемых смежных путях выработки можно разредить так, чтобы расстояние между ними в поперечном к проектируемым путям направлении было равно 50-100 м (см.рис.32 и 40).

8.7. На остальной части площадки, где будут размещены пути, станционные здания и сооружения, для определения геологического строения и гидрогеологических условий ее отдельных инженерно-геологических участков разбивают систематические разведочные сети, учитывая выработки, пройденные в качестве картировочных при съемке, и скважины, задаваемые в основании проектируемых искусственных сооружений.

По простиранию геоморфологических элементов, например, по протяжению склона, делювиального шлейфа, террасы, концентрическому полукружью конуса выноса, осыпи,

выражена незакономерная (нестабильная, случайная) изменчивость состава, сложения, состояния и свойств грунтов. В поперечном направлении (по падению склона, шлейфа, лучу конуса, в поперечном сечении долины реки, террасы озера или моря) наблюдается закономерная изменчивость. Поэтому разведочные поперечники на площадке следует разбивать в направлении, нормальном к простиранию элементов рельефа площадки, являющемся нередко перпендикулярным и к линии трассы.

В качестве примера на рис.40 показана схема разведки площадки станции, размещаемой в основном на второй надпойменной террасе левого берега долины реки, но захватывающей и прилегающие к террасе участки пологого коренного склона, его делювиального шлейфа и частично первую надпойменную террасу. Площадка располагается на шести инженерно-геологических участках, обозначенных на плане и поперечных профилях римскими порядковыми цифрами.

Геологическое строение и гидрогеологические условия площадки несложные, что позволяет разместить разведочные поперечники через 200 м по протяжению трассы, а скважины - на поперечниках через 100 м. На площадь 100 гектаров приходится всего 48 скважин в среднем по одной на 2 гектара (считая и задаваемые под искусственные сооружения). С расчистками на уступе обеих надпойменных террас число выработок достигает 58.

При сложных инженерно-геологических условиях выработки понадобилось бы заложить по сеткам 100x100 м или 100x50 м, что увеличило бы соответственно объемы разведки и опробования грунтов. Кроме того, потребовалось бы разведать обнаруженные при инженерно-геологической съемке и геофизических работах карстовые и мерзлотные образования на всей площадке (пп.4.58, 4.63, 4.78, 4.79, 4.82-4.90) и опробовать грунты (пп. 4.57, 4.59, 4.63, 4.78, 4.80, 4.81 и 4.91).

8.8. В несложных условиях глубину скважин на разведочных поперечниках принимают равной 3 м. В средней

части площади(на рис.40 пк 101) на центральном поперечнике скважины проходят до глубины 5-10 м, стремясь засечь кровлю и подошву слоев грунтов, слагающих основные инженерно-геологические участки и элементы изучаемой площади и уровень горизонта грунтовых вод. Общее количество более глубоких скважин примерно отвечает числу охватываемых площадкой проектируемой станции отдельных инженерно-геологических участков.

Если учесть скважины, проходимые в основаниях искусственных сооружений на глубину 6-10 м, расчистки уступов террас и бортов оврагов, обнажения, то каждый из инженерно-геологических участков площадки будет освещен не менее чем двумя выработками этой глубины.

8.9. Если на площадке проектируемого пристанционного рабочего поселка транспортников расположение отдельных проектируемых зданий, обустройств и коммуникаций еще неизвестно, но уже намечены оси проектируемых улиц, нередко трассируемых по простиранию основных геоморфологических элементов и инженерно-геологических участков местности, то систематическую разведочную сеть ориентируют по протяжению улиц и в поперечном к нему направлении. В простых инженерно-геологических условиях расстояния между выработками по простиранию естественных элементов принимают 200 м, в поперечном направлении - 100 м. В сложных условиях разведочная сеть может быть разбита по сеткам 100x100 м и 50x100 м.

Скважины проходят на глубину 5-10 м так, чтобы каждый отдельный инженерно-геологический участок в пределах обследуемой площадки был разведан не менее чем двумя выработками глубиной 10 м. При этом используют возможность описания расчисток и обнажений.

8.10. На каждом инженерно-геологическом участке опробуют грунты в одной-двух (в зависимости от размеров его площади) наиболее глубоких выработках. Номенклатурные характеристики определяют послойно, но не реже чем на каждых 2 м вскрываемых разрезов, а влажность и объемную массу на каждом метре. Слабые грунты опробуют, как

указано в пп. 4.41-4.46.

В отдельных случаях, когда площадка, расположенная, например, на пологом нерасчлененном склоне, шлейфе, плато, слабо дренирована и возникает необходимость ее осушения, может потребоваться выполнение единичных опытных откачек для проектирования дренажа.

8.11. При наличии материалов специализированных авторских отделов на топографическую основу (планы, продольные и поперечные профили), выдаваемую вместе с техническим заданием отделу инженерной геологии, наносят трассы канализации, водопровода, газо- и электроснабжения, связи и СЦБ, подъездных автомобильных дорог.

Пройденных в пределах площадок выработок по систематическим сетям, в основаниях проектируемых зданий, искусственных и других сооружений, как правило, достаточно для освещения геологического строения и гидрогеологических условий также и вдоль трасс проектируемых коммуникаций.

В зависимости от сложности инженерно-геологических условий трассы должны быть освещены выработками на прямых участках через 100-200 м и скважинами, задаваемыми на серединах кривых поворота. Средняя глубина выработок -4 м, но не менее чем на 2 м ниже отметки заложения кабеля, подошвы проектируемого трубопровода. Если уже пройденных на площадке скважин для такой детальной разведки по трассам недостаточно (с учетом возможности интерполяции, экстраполяции и проведения аналогий условий в пределах отдельно взятых инженерно-геологических участков), проходят и опробуют (п.8.10) дополнительные выработки до требуемых кондиций освещения трасс.

Особенности изысканий в застроенной местности

8.12. Обследуемая площадка может примыкать к городу, рабочему поселку, территории завода, электростанции и т.п. или даже захватывать частично застроенные площади.

Для таких участков используют материалы ранее выполненных отраслевых изысканий, проектов, строительства, а также опыт эксплуатации зданий и сооружений разного назначения. Имеющаяся информация[I] позволяет сократить состав и объемы планируемых инженерно-геологических изысканий при использовании аналогий условий действующих и проектируемых сооружений и зданий. За счет облегчения постановки инженерно-геологических прогнозов при обобщении опыта эксплуатации различных устройств, в том числе дорожных, объемы изыскательских работ также могут быть облегчены.

Вместе с тем возникает необходимость выполнения изысканий для проектирования пересечений местных коммуникаций (дорог, трубопроводов, линий электропередач и т.д.) путепроводами и эстакадами с развязками, тоннелями и другими транспортными сооружениями.

8.13. Инженерно-геологическую съемку масштабов 1:25 000, 1:10 000 и 1:5 000 (п.8.4) выполняют только при отсутствии информации, достаточной для камерального составления соответствующих карт по наличным отраслевым материалам. Съемка на застроенных или примыкающих к ним площадях имеет ряд методических особенностей, связанных главным образом с обследованием состояния территории и расположенных на ней зданий, сооружений и коммуникаций, с необходимостью изучения грунтов культурного слоя и работой нередко в стесненных условиях.

Методика инженерно-геологической съемки описана в источниках [154-156, 234].

8.14. Если во время выполнения железнодорожных изысканий на прилегающих к обследуемым участкам застраиваемых площадях ведется отраслевое строительство, необходимо использовать представившуюся возможность осмотра и описания вскрытых котлованов, траншей, канав и других выработок [199]. Нужно привязать и измерить наблюдаемые при вскрытии

I Необходимо проверить возможность использования материалов по опробованию грунтов в отношении пригодности методики определения для целей транспортного строительства.

водопритоки в выработки, описать способы и средства прекращения водоотлива, конструктивные особенности крепи выработок. При вскрытии мерзлых грунтов желательно немедленно, еще до начала их растепления или оплавления измерить температуру и описать криогенное строение.

Из некоторых выработок целесообразно отобрать крупные монолиты грунтов для выполнения специфических (на транспорте) испытаний и определений.

В дальнейшем, используя возможность проведения интерполяции, экстраполяции и аналогии условий в пределах отдельно взятых инженерно-геологических участков, можно сократить состав и объемы разведки и опробования грунтов на этих же участках на самой площадке проектируемой станции, рабочего поселка.

Режимные температурные наблюдения

8.15.В зоне распространения вечномерзлых грунтов для прогноза изменения мерзлотных условий на площадках наблюдают за режимом температуры талых и мерзлых грунтов в годовом цикле. Если почему-либо провести длительные температурные наблюдения не удается, можно воспользоваться приближенными способами определения средней годовой температуры в подошве слоя ее годовых колебаний и установления мощности этого слоя при помощи единовременных измерений [157].

Температурный режим грунтов определяется следующими характеристиками:

средней годовой температурой в подошве слоя ее годовых колебаний (годовых теплооборотов);

распределением температур в зонах, расположенных ниже слоя ее годовых колебаний и выше подошвы мерзлой толщи.

Глубина слоя годовых колебаний температуры грунтов составляет от 9 м (в хорошо выраженных понижениях) до 18 м (на вершинах и склонах повышенных элементов рельефа).

Поэтому и температурные наблюдения выполняют в скважинах глубиной 10-20 м. На площадках лучше принимать последнюю цифру, при подсыпках считая от естественной поверхности земли, а при срезках - от планируемой. В несквозных таликах скважины доводят до верхней поверхности (кровли) мерзлой толщи.

8.16. Термометрические скважины следует размещать на каждом выделенном инженерно-геологическом участке площадки по его центру с учетом мощности снежного покрова и характера задерживающей его растительности. Если вся площадка проектируемых станции, поселка размещена в пределах одного инженерно-геологического участка, закладывают две режимные скважины в точках с максимальной и минимальной высотой снежного покрова. Как правило, количество термометрических скважин на 1 км^2 обследуемой площадки колеблется от 2 до 4 в зависимости от сложности инженерно-геологических условий (2 на один и 4 на четыре участка).

В застроенной (застраиваемой) местности или там, где режимные температурные наблюдения выполнялись ранее научными и проектно-изыскательскими отраслевыми организациями, необходимо получить соответствующие данные для сокращения объемов работ, а при возможности и для полного исключения наблюдений из состава инженерно-геологических изысканий на конкретных площадках.

8.17. Режимные наблюдения выполняют в течение года с интервалом от двух недель (в более сложных условиях) до одного месяца (в несложных инженерно-геологических условиях), устанавливая динамику температуры пород в слое с годовыми теплооборотами и среднюю годовую температуру в подошве этого слоя.

Для сокращения объемов трудоемких и длительных режимных наблюдений на участках со сливающейся вечной мерзлотой, где площадь несквозных таликов не превышает 20%, можно ограничиться разовыми измерениями температуры в термометрических скважинах в сентябре. Средние годовые температуры при этом рассчитывают, пользуясь работой [158].

8.18. Термометрические скважины оборудуют кондукторами, забиваемыми на 0,5 - 0,7 м в подошву слоя сезонного оттаивания (они должны возвышаться на 0,3-0,5 м над поверхностью земли). На участках с мерзлыми грунтами, температура которых составляет от 0 до -0,5°С, и с подземными водами в разрезе может понадобиться обсадка скважины на полную глубину даже с забивкой нижнего конца обсадной колонны деревянной пробкой.

Выступающая часть кондуктора или обсадной трубы в любое время года должна быть закрыта деревянным коробом, заполненным теплоизолирующим материалом.

При нарушении естественного покрова в процессе бурения вокруг скважины площадку диаметром 2 м покрывают дерном.

8.19. До начала измерений термометрические скважины выстаивают. Время выстойки (в сутках) должно быть не менее глубины скважины (в метрах).

Для измерения температуры применяют инерционные (заленивленные) психрометрические и почвенно-вытяжные термометры с ценой деления 0,2 и 0,1°С (марок ТР-1, ТР-2, ТР-3 и ТР-4, ТЛ-18, ТЛ-24 и др).

Можно применять также проволочные термометры электрического сопротивления (ЭТС), полупроводниковые термометры сопротивления (термисторы) и термопары.

8.20. Температуру измеряют на глубинах 0,4; 0,8; 1,6; 3,2; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10; 12; 15; 20 м и т.д.

Для спуска термометров в скважину употребляют шнур пеньковый или плетеный из конских волос. Термометры прикрепляют к шнуру связками не более 5 шт., при этом первая связка включает термометры для измерения температуры на глубинах 0,4; 0,8; 1,6 м, вторая - на глубинах 3,2; 4 и 5 м, третья - 6; 7; 8; 9 и 10 м и четвертая - 12; 15; 20; 25 м и т.д. В одну и ту же скважину опускают одновременно не более четырех связок термометров.

Методика измерения температуры и термометрических наблюдений в скважинах описана в источниках [37,65; 135,

приложение 2; 137, разд.4].

Прогноз изменения инженерно-геологических мерзлотных условий

8.21. Кроме температурного режима и глубины распространения годовых теплооборотов, в частности температуры грунта на глубине 10 м (от поверхности земли или срезки при планировке), для расчетов оснований зданий и сооружений и определения глубины оттаивания и промерзания грунтов по [187, разд.5 и приложение][1] устанавливают:

расчетные и номенклатурные характеристики мерзлых оттаивающих и талых грунтов;

влажность мерзлых грунтов суммарную для участков, расположенных между ледяными включениями, и образовавшуюся от незамерзшей при данной температуре воды;

объемную массу;

параметры предельно длительной прочности мерзлых грунтов;

коэффициент оттаивания;

коэффициент сжимаемости оттаивающего грунта под проектной (нормативной) нагрузкой.

Остальные необходимые для теплотехнических и силовых расчетов характеристики мерзлых, оттаивающих и талых грунтов находят по таблицам или вычисляют по формулам (приложение 10).[1]

8.22. На площадках прогнозируют следующие изменения:

площадного распространения, криогенного строения и мощности толщ мерзлых (вечномерзлых) грунтов;

среднегодовых температур, глубин распространения годовых колебаний температуры, положения нулевых изотерм, глубин сезонного оттаивания и промерзания грунтов;

теплофизических и механических характеристик грунтов;

мерзлотных и других геологических процессов и явлений.

---

[1] См. также источники [130, 131].

Результаты этого предварительного прогноза необходимы для выбора принципа использования вечномерзлых грунтов в качестве оснований проектируемых на площадке сооружений и зданий и определения глубины заложения фундаментов, обеспечивающей устойчивость объектов проектирования при сезонных промерзании (пучении) и оттаивании (осадках) грунтов основания.

8.23. Если положение проектируемых на площадке зданий и сооружений определено и принцип использования вечномерзлых грунтов в качестве их основания выбран, прогноз изменения мерзлотных условий уточняют для зоны теплового влияния (сферы воздействия) в проектном контуре конкретного объекта или группы однотипных проектируемых объектов.

При этом, кроме перечисленных в п.8.22 характеристик, прогнозируют:

максимальную температуру грунтов в сжимаемой зоне или на глубине заделки висячих свай, в том числе под их остриями - при использовании грунтов основания в мерзлом состоянии;

предельное положение чаши оттаивания - при применении грунтов оснований в оттаивающем состоянии;

динамику изменения положения границы чаши оттаивания (при наличии подстилающих вечномерзлых грунтов) - в случае использования грунтов оснований в оттаявшем состоянии.

Пособиями для разработки прогноза могут служить [133, 137, 236].

Результативные материалы

8.24. По журналам полевых и лабораторных работ составляют рабочую карту фактического материала, каталоги выработок, обнажений и точек геофизической разведки, ведомости анализов грунтов и воды, таблицы разовых и режимных измерений температур и другие рабочие инженерно-геологические материалы.

8.25. Проектировщикам выдают:

инженерно-геологические карты масштабов 1:5 000 - 1:2 000 по площадкам проектируемых станций и рабочих поселков;

поперечные профили масштаба 1:200 по основанию проектируемого путевого развития с нанесенными на топографическую основу грунтами и уровнями грунтовых вод;

при необходимости паспорт карьера грунта, из которого должно быть возведено земляное полотно путевого развития станции (паспорта нескольких карьеров);

профили масштабов 1:500 - 1:200 по осям проектируемых искусственных сооружений и тальвегам логов на раздельных пунктах с нанесенными грунтами и гидрогеологией;

продольные профили по трассам различных коммуникаций с той же инженерно-геологической информацией.

При необходимости следует иметь обобщенные значения прямых показателей свойств грунтов, используемых в расчетах устойчивости для конструктивного оформления зданий сооружений, индивидуально проектируемого на станциях земляного полотна.

8.26. Составляют краткую записку по инженерно-геологическим условиям площадки (площадок). В записке приводят инженерно-геологические рекомендации по целесообразному размещению пассажирского и других станционных зданий, сооружений и обустройств, крупных производственных, административных, общественных и жилых зданий на площадках; кратко характеризуют мерзлотные условия и направленность их изменений в случае расположения площадки в зоне вечной мерзлоты.

Глава 9. ИЗЫСКАНИЯ ДЛЯ РАБОЧИХ ЧЕРТЕЖЕЙ

Область применения инженерно-геологических изысканий и исходные материалы

9.1. Инженерно-геологические изыскания в стадии рабочего проектирования выполняют:

на участках дополнительного по отношению к техническому проекту варьирования трассы и местных перетрассировок;

при изменении положения проектной линии (увеличении размеров проектируемых выемок или насыпей, труб, дюкеров и других искусственных сооружений);

в местах индивидуального проектирования земляного полотна, где намечены защитные и укрепительные мероприятия и сооружения на площадях со сложными инженерно-геологическими условиями;

в случае смещения в плане или увеличения размеров и изменения конструктивных параметров проектируемых сооружений против принятых в техническом проекте;

в местах проектирования новых, не предусмотренных техническим проектом сооружений;

в порядке привязки отдельных проектируемых сооружений и зданий к местным инженерно-геологическим условиям;

для обоснования проектов временных сооружений и зданий, возводимых на период строительства;

при необходимости увеличения запасов грунтов и строительных материалов против предусмотренных техническим проектом объемов использования в строительстве.

9.2. Для выполнения работ к техническому заданию отделу инженерной геологии прилагают следующие материалы:

топографические карты и планы масштабов 1:10 000 – – 1:1 000 с нанесенными по результатам экспертизы технического проекта перетрассировками, контурами вновь назначаемых искусственных, защитных, укрепительных и других

сооружений, в том числе и проектируемых в стороне от трассы (на склонах, в оврагах и т.п.);

при необходимости аэроснимки (контактные отпечатки и схемы накидного монтажа), особенно для сложных в инженерно-геологическом отношении мест и участков перетрассировок;

карты-схемы трасс (масштабы 1:25 000-1:5 000) проектируемых автодорог, канализации, водопровода, энергоснабжения, каналов связи и СЦБ, площадей под поля фильтрации и очистки сточных вод и др.;

топографические планы (масштабы 1:5 000-1:1 000) подлежащих разведке, доразведке и опробованию месторождений грунтов и строительных материалов с указанием требуемых дополнительных объемов и кондиций;

планы мест индивидуального проектирования земляного полотна (масштабы 1:5 000-1:1 000) с нанесенными проектными мероприятиями и контурами защитных, поддерживающих и т.п. сооружений с рекомендациями по площади и глубине освещения массивов, специфическими требованиями по составу и надежности опробования для проектных расчетов;

планы мостовых переходов (масштабы 1:2 000-1:500) с контурами и схемами конструкций проектируемых опор и устоев моста, дамб и других сооружений комплекса; на планах должны быть указаны требования по глубине освещения их оснований разведкой, по составу и надежности расчетного опробования;

планы тоннельных участков (масштабы 1:5 000-1:1 000), продольные и поперечные профили разных масштабов (в зависимости от протяжения и глубины заложения тоннеля) с показом контуров и конструкций в плане и по глубине тоннеля, дренажных штолен и завес, вентиляционных шахт, порталов и подходных выемок и других сооружений и обустройств комплекса;

планы площадок (масштабы 1:10 000-1:1 000) проектируемых станций и поселков с генпланами застройки и приложением ведомости проектируемых зданий и сооружений с характеристикой конструкций (этажность, размеры, форма в

плане, блочные, кирпичные, с подвалами или без них, фундаменты ленточные, столбчатые, свайные и т.п.).

9.3. При составлении программы инженерно-геологических изысканий в стадии рабочих чертежей во избежание повторений и излишеств необходимо полностью учитывать объемы всех работ, выполненных для обоснования технического проекта новой линии железной дороги (см.гл.3-8).

Изыскания выполняют по натурной трассе и в местах размещения сооружений и зданий, проектное положение и основные конструктивные элементы которых определены по результатам разработки и экспертизы технического проекта; продолжают инженерно-геологические изыскания на мостовых переходах, тоннельных участках, станционных площадках и по трассам проектируемых коммуникаций.

9.4. Проводят разведку, опробование, полевые испытания грунтов в массиве, опытные и лабораторные работы; продолжают начатые еще при изысканиях для технического проекта режимные и стационарные наблюдения для раскрытия динамики изменений гидрогеологических и мерзлотных условий и развития неблагоприятных геологических процессов с целью составления инженерно-геологических прогнозов на периоды строительства и эксплуатации проектируемых сооружений.

В случае необходимости на этой стадии выполняют наиболее трудоемкие и длительные инженерно-геологические работы, например, пробные нагружения через штампы на грунты в естественном состоянии, замачиваемые или оттаивающие, пробные забивки свай, опытное строительство и другие редкие в практике железнодорожных изысканий работы.

Изыскания на участках проектирования линейных сооружений

9.5. Местные варианты трассы, возникшие перед последней стадией проекта, линии путепроводных развязок, карьерных ветвей и строительных обходов обследуют так же, как и при изысканиях для технического проекта (см.гл. 4 и 5).

Если перетрассировка, развязка, обход проектируются на тех же инженерно-геологических участках, что и принятая еще при изысканиях в стадии технического проекта трасса, возникает возможность проведения аналогии условий, интерполяции и экстраполяции уже имеющихся данных на вновь проектируемые объекты для сокращения состава, объемов и сроков планируемых работ.

Однако объемы дополнительных разведки, опробования, лабораторных, а при необходимости и других инженерно-геологических работ должны быть достаточными для того, чтобы ранее принятая трасса и перетрассировка были освещены при одной и той же сложности условий с одинаковой степенью детальности.

9.6. Изменение отметок проектной линии влечет за собой увеличение глубины проектируемых выемок или высоты насыпей и размеров земляного полотна. В первом случае возрастают ширина выемки поверху, ее длина, высота откосов, особенно нагорного на склоне, длина и глубина заложения проектируемых дюкеров. В увеличенные сферы воздействия выемки, дюкера могут быть вовлечены новые инженерно-геологические элементы (пласты и линзы пород), водоносные горизонты, новообразования.

При увеличении высоты проектируемых насыпей возрастают высота ее откосов, особенно подгорного на склоне, площадь подошвы, мощность снимаемой зоны основания и длина проектируемых труб и лотков. Увеличенные сферы воздействия этих сооружений могут охватить новые инженерно-геологические элементы.

Возрастание размеров сфер воздействия проектируемых земляного полотна и искусственных сооружений вызывает необходимость выполнения на участках перепроектировок дополнительных разведки и опробования. Вновь вошедшие в сферы воздействия инженерно-геологические элементы должны быть разведаны и опробованы с той же степенью детальности, что и обследованные ранее при изысканиях в стадии технического проекта.

9.7. Принципиальные решения по разработке мероприя-

тий и проектированию защитных, укрепительных и осушительных сооружений принимают еще в стадии технического проекта. Но окончательно положение и конструкцию многих устройств определяют при рабочем проектировании. Поэтому в последней стадии выполняют дополнительные инженерно-геологические изыскания в местах развития неблагоприятных геологических процессов, явлений и новообразований. Детальность освещения сфер воздействия сооружений должна быть не меньше, чем и при изысканиях в стадии технического проекта (см.гл. 4 и 5).

Из-за большого разнообразия возможного сочетания инженерно-геологических условий и проектных решений состав и объемы работ устанавливаются, как правило, индивидуальными программами. Геолог, производящий работы на участках, сложных в инженерно-геологическом отношении, корректирует эти программы на месте, используя возможность проведения аналогии условий, интерполяции и экстраполяции информации и, в необходимых случаях, ориентируясь также и на увеличение объемов разведки, полевого и лабораторного опробования грунтов.

9.8. При проектировании железной дороги на электрической тяге условия фундирования опор контактной сети определяют по продольному инженерно-геологическому профилю и проектам возведения насыпей из тех или иных грунтов.

Для учета влияния контактного провода на линии связи и расчета контактной сети устанавливают эквивалентную удельную электрическую проводимость земли тока частотой от 50 до 800 Гц по геоэлектрическому разрезу. Его составляют по данным вертикального электрического зондирования, полученным, как правило, еще при изысканиях для технического проекта. Дополнительные и контрольные зондирования проводят по трассе на пересекаемых инженерно-геологических участках, но не реже чем через 1 км по протяжению. Здесь же измеряют удельные электрические сопротивления грунтов на глубине 10 м для проектирования защитных противогрозовых устройств.

9.9. Для прокладки вдоль проектируемой линии магистрального кабеля связи обычно достаточно полученных при изысканиях в стадии технического проекта инженерно-геологических данных (карты, продольного профиля по оси трассы - см.приложения 3 и 4).

На пересечениях трассой кабеля водотоков и водоемов при величине зеркала воды, не превышающей в межень 100 м, задают три выработки (по краям и в середине пересечения). Для больших акваторий выработки в зависимости от ширины зеркала воды и выдержанности геологического строения донных отложений закладывают через 100-200 м по проектной оси заложения кабеля.

Выработки заглубляют в грунты дна на 1-2 м, а на территориях затонов, пристаней, стоянок судов и барж до 3 м. При этом отбирают пробы поверхностных и подземных вод на анализ состава; опробуют грунты всех разведанных слоев, но не реже чем на каждом метре по глубине разреза. Определяют номенклатурные показатели состава и свойств грунтов, химический состав грунтов и воды для оценки коррозионной активности среды по отношению к металлической оболочке кабеля [160]. Она может быть также определена по удельному электрическому сопротивлению грунтов. Если сетка измерений, выполненных при изысканиях для технического проекта, для этого недостаточна, проводят дополнительную электроразведку так, чтобы плотность измерений была не менее:

500 м на участках с однородным геологическим строением и слабой коррозионной активностью грунтов;

200-250 м в местах с неоднородными по составу грунтами и средней коррозионной их активностью;

50-100 м при частой смене грунтов с высокой активностью.

На продольный профиль по трассе кабеля наносят грунты с указанием коррозионной активности, уровни и активность грунтовых и поверхностных вод и выдают краткие заключения по коррозионной активности и эквивалентной удельной электропроводности грунтов.

Работы на мостовых переходах

9.10. Если на период изысканий в стадии технического проекта положение и размеры опор проектируемого моста не были определены, разведку и опробование грунтов выполняют, как указано в пп. 6.8-6.18. Результативные материалы перечислены в пп. 6.19,6.20.

Кроме того, обследуют площадки вновь проектируемых временных (на период строительства) и постоянных сооружений и зданий у мостового перехода.

Изыскания на тоннельных участках

9.11. Как показывает практика изысканий и проектирования сооружений тоннельного комплекса [59 табл.109], при рабочем проектировании выполняют до 30% объемов разведочных, опытных гидрогеологических и камеральных работ, 60% общего объема лабораторных (пп.7.10-7.14) и до 100% полевых испытаний грунтов в массивах, инженерно-геологической документации горных выработок и исследований при начавшемся строительстве.

Если положение тоннеля и его обустройств при экспертизе технического проекта смещено в плане или по глубине, ранее пройденных на участке скважин (пп.7.6,7.7) может оказаться недостаточно для построения геологических разрезов массива и надежной интерпретации выявленных и вновь выявляемых геофизических аномалий. В этом случае проходят дополнительные опорные выработки.

В сложных инженерно-геологических условиях может возникнуть необходимость в проходке на отдельных участках разведочной штольни по оси тоннеля во время начавшегося строительства с использованием рабочей силы, транспорта и механизмов строительной организации.

9.12. Дополнительные к пройденным при изысканиях в стадии технического проекта скважинам выработки может потребоваться пробурить в местах проектирования новых сооружений подземного комплекса (вентиляционных шахт, дре-

нажных штолен и завес и др.), если материалов уже проведенной разведки для обоснования проектов окажется недостаточно.

При этом необходимо, если возможно, заменить часть или все дополнительные выработки сейсмическими, вертикальными электрическими зондированиями и другими способами геофизической разведки с целью сокращения объемов бурения до минимума, необходимого для дополнительного опробования грунтов и подземных вод.

Дополнительные выработки тампонируют, как и ранее пройденные (п.7.9).

9.13. Одновременно продолжают начатые еще при изысканиях для технического проекта режимные гидрогеологические (п.7.16), температурные и мерзлотные (п.7.17) и стационарные (п.7.18) наблюдения.

9.14. Если рабочее проектирование продолжается при строительстве тоннеля, для уточнения ранее составленных инженерно-геологических прогнозов (пп. 7.14-7.18) и документов (п.7.20) обследуют строительные горные выработки (подходные выемки, пионерные штольни, шахты, еще не закрепленные стенки, свод и подошву тоннеля и др.), описывая грунты, вскрываемые явления, новообразования и гидропроявления с зарисовками и фотографиями.

В отдельных случаях, когда ранее полученные материалы изысканий неточно отражают инженерно-геологические условия, наблюдаемые в натуре, может понадобиться проведение контрольных определений номенклатурных характеристик вскрываемых грунтов и гидрогеологических работ для уточнения названий и обстановки.

Подробнее методика инженерно-геологической документации строительных выемок и дополнительных работ описана в книгах [27, 159], в которых также указаны материалы, получаемые при натурных обследованиях.

Изыскания на площадках проектируемых станций

9.15. На период изысканий в стадии рабочего проек-

тирования положение, размеры и конструкции станционных сооружений и зданий, как правило, определены. Программу инженерно-геологических работ на площадке составляют с учетом уже выполненных при изысканиях для технического проекта объемов разведочных работ, полевого и лабораторного опробования грунтов. При изысканиях используют возможность интерполяции и экстраполяции данных и проведения инженерно-геологических аналогий в пределах отдельно взятых инженерно-геологических участков д. я оптимизации состава и объемов планируемых работ (рационального размещения, сокращения числа выработок и образцов грунтов и т.п.).

Поскольку в стадии технического проекта изыскания под путевое развитие и искусственные сооружения на площадке проведены (см.гл.8), основные объемы инженерно-геологических работ выполняют в местах проектирования станционных зданий и обустройств.

9.16. Согласно инструкции [I54, п.8.06] инженерно-геологические изыскания должны установить геологическое строение, гидрогеологические условия и физико-технические свойства пород в пределах контура каждого здания или группы зданий на 1,5-3 м ниже сжимаемой зоны под его основанием.

Расстояние между скважинами определяется в зависимости от категории сложности геологического строения и чувствительности сооружений к неравномерным осадкам и колеблется в пределах от 20 до 50 м.

При оконтуривании линз слабых грунтов, а также при изучении нарушений в залегании пластов (сдвиги, разрывы и т.д.) допускаются дополнительные промежуточные разведочные выработки или, наоборот, сокращение их при простом строении и достаточной общей изученности района [I54, п.8.08].

В основании двух-трехэтажных зданий рекомендуется заглублять скважины на 6-8 м под проектируемые ленточные фундаменты и на 8-10 м под отдельно стоящие опоры, а в основании четырех-пятиэтажных зданий - соответственно на

8-10 м и 13-15 м и т.д. [154, табл.8].

9.17. В соответствии с этими инструктивными требованиями скважины в основании проектируемых станционных зданий целесообразно размещать посредине отдельных секций и по углам примерно через 50 м по длине периметра ленточного фундамента, а для столбчатых фундаментов - по скважине под опору. Для свайных оснований одну скважину можно задать под группу свай, а при их равномерном размещении разведывать по сетке 50х50 м. В случае применения жестких фундаментов плавающего типа закладывают пять скважин, расположенных конвертом (по углам проектного контура и в его центре).

При разведке скальных и полускальных пород выработками проходят зону выветривания, заглубляясь на 2 м в свежую скалу. Плотные глинистые грунты и пески дочетвертичного возраста, морену, гравий, галечники, крупнообломочные отложения разведуют на 6 м. Глинистые грунты твердой, полутвердой и тугопластичной консистенций разведуют на глубину 8 м, а слабые грунты и рыхлые пески - не 12-15 м.

При срезках глубину выработок принимают от планировочных отметок площадки, при подсыпках - от естественной поверхности земли.

9.18. В табл. 11 в качестве примера указаны ориентировочные объемы разведки для комплекса сооружений и зданий, располагаемых на площадке проектируемой сортировочной станции, в зависимости от размеров плановых контуров и этажности и с учетом плотности (и прочности) грунтов оснований.

Количество скважин может быть сокращено в результате совместного использования их для освещения оснований различных, но близко располагаемых в пределах одного и того же инженерно-геологического участка проектируемых сооружений и зданий.

9.19. Номенклатурные характеристики грунтов площадки проектируемого раздельного пункта устанавливают еще при разведке в стадии технического проекта (пп.8.10, 4.41-4.46) до глубины 3-10 м (см.рис.40). При более глу-

боной разведке (см.табл.II) определяют также и номенклатурные данные для грунтов слоев, залегающих ниже.

Таблица II

Проектируемые сооружения, здания и их комплексы	Количество скважин	Глубина разведки, м, в грунтах	
		плотных	слабых
Пассажирские и деповские здания, мастерские, цехи, тяговые подстанции	4-I2	6-I0	I2-I5
Котельные электростанции, баки, хранилища смазки, пескосушилки, лесосушилки, водоемные здания, мелкие цехи	2-4	6-I0	I2-I5
Крытые склады, кладовые площадью более 500 м^2	4-I2	6-8	I0-I2
Здания конторские, смазочного хозяйства, мастерские, склады, гаражи, насосные и компрессорные станции, пункты технического осмотра вагонов, трансформаторные подстанции и др. площадью менее 500 м^2, пескораздаточные бункера	2-4	6-8	I0-I2
Здания различного назначения, не вошедшие в приведенный перечень:			
площадью до 300 м^2, высотой до двух этажей	2-4	6-8	I0-I2
площадью до 300 м^2, высотой три этажа и более	2-4	8-I0	I2-I5
площадью до I000 м^2, высотой до двух этажей	4-I0	6-8	I0-I2
площадью до I000 м^2, высотой три этажа и более	4-I0	8-I0	I2-I5

Пробы в бюксы для определения влажности и образцы для установления объемной массы грунтов отбирают из всех выработок послойно, но не реже чем на каждом метре вскрываемых разрезов по глубине. В этом же интервале слабые грунты испытывают крыльчатками на сопротивление лопастному вращательному срезу в массиве.

9.20. На участке могут быть запроектированы здания и сооружения с мокрыми технологическими процессами (например, промывочно-пропарочные станции и др.) и здания с водопроводом и канализацией. В основании группы таких зданий и сооружений на отдельно взятом инженерно-геологическом участке с просадочными при замачивании лессовыми грунтами на обследуемой площадке проходят одну-две скважины на всю мощность просадочной толщи или до уровня грунтовых вод, но не глубже чем на 20 м.

Послойно, но не реже чем на каждых 2 м по глубине разведки обуривающими грунтоносами отбирают монолитные образцы для определения относительной просадочности под давлением, которое имеет место в напряженной зоне основания на глубине извлечения образца.

Обобщенные значения относительной просадочности грунтов инженерно-геологических элементов в основании следует получать с надежностью 0,95.

Методика определения относительной просадочности описана в работах [83, п. 34.5; 162; 185, пп. 2.1-2.4; 184, п. 2.14; прил. 3, п. 14].

9.21. Основаниями проектируемых зданий и сооружений могут служить глинистые грунты, набухающие при замачивании и дающие усадку при подсыхании. Для исследования их опробуют одну скважину на отдельном инженерно-геологическом участке, заложенную в пределах проектного контура или среди группы контуров проектируемых однотипных зданий или сооружений. Монолитные образцы отбирают послойно, но не реже чем на каждых 2 м по глубине разведываемой толщи набухающих грунтов основания здания, сооружения или их группы. Пробы в бюксы для определения влажности берут через 0,5 м. При лабораторном исследовании грунтов устанавливают объем грунта на пределе усадки, величину, влажность, давление и степень набухания, общий показатель набухания-усадки по методике, описанной в работах [83, 102, 164, 184, п. 2.16; прил. 3, п. 21].

9.22. В районах распространения вечномерзлых грунтов продолжают начатые на площадке еще при изысканиях для стадии технического проекта (пп.8.15-8.20) режимные

температурные наблюдения с целью уточнения ранее поставленных и разработки новых прогнозов изменения мерзлотных условий при строительстве и эксплуатации станции, поселка и т.п. (пп. 8.21-8.23).

9.23. При изысканиях определяют экспериментально, вычисляют и находят характеристики мерзлых оттаявших и талых грунтов, которые указаны в табл. 5 и приложении 10. При рабочем проектировании конструктивные параметры и тепловой режим проектируемых на площадке и ее отдельных инженерно-геологических участках сооружений и зданий уже установлены. Поэтому прогноз изменения мерзлотно-грунтовых условий, расчет оснований, определение глубины промерзания и оттаивания грунтов при рабочем проектировании относятся к местам размещения конкретных зданий и сооружений.

Изыскания для проектирования на площадках станций пешеходных мостов, транспортных и пешеходных тоннелей, мачт прожекторного освещения

9.24. Основание каждой опоры проектируемого пешеходного моста разведывают одной скважиной по оси, а при уклоне пластов в разрезе более 15^0 - двумя скважинами, расположенными на поперечнике к оси моста по краям проектного контура. Если в пределы этих контуров попали другие пройденные на площадке выработки, число скважин может быть соответственно сокращено.

Глубину скважин принимают, считая от естественной поверхности земли, если при планировке предполагается подсыпка, и от уровня срезки - в плотных грунтах до 6 м, в слабых - до 10 м.

Скважины опробуют, определяя послойно, но не реже чем через 2 м номенклатурные характеристики грунтов и через 1 м - влажность и объемную массу.

9.25. По трассе проектируемого пешеходного или транспортного тоннеля скважины закладывают через 200 м в несложных и через 100 м в сложных инженерно-геологических

условиях, но так, чтобы разведать каждый пересекаемый ими инженерно-геологический участок. Если это условие не выполняется, расстояния между скважинами сокращают. При уклоне пластов более 15^0 вместо осевых задают по две скважины на поперечниках к оси тоннеля по краям его проектного контура. Если в пределы контура попали другие выработки, пройденные на участке, число скважин соответственно сокращают.

Глубину скважин принимают ниже проектной отметки подошвы тоннеля в плотных грунтах на 6 м, в слабых на 10 м.

Скважины опробуют так же, как и в основании опор проектируемого пешеходного моста (п.9.24). Если тоннель будет врезан в водоносные породы, из каждого вскрываемого им водоносного горизонта берут пробы воды на анализ состава и выполняют опытные откачки для определения коэффициента фильтрации водовмещающей среды.

Для вскрываемых тоннелем набухающих пород определяют параметры набухания - усадки (п.9.21).

Объемы опробования грунтов и воды могут быть существенно сокращены, если оно уже выполнялось для обоснования проектов других сооружений и зданий на обследуемой площадке станции, рабочего поселка.

9.26. Под опору мачты прожекторного освещения проходят одну-две (при наклоне пластов в основании более 15^0) скважины глубиной до 6 м в плотных и до 10 м в слабых грунтах. Грунты опробуют так же, как указано в п.9.24. Во многих случаях при наличии материалов инженерно-геологических работ по основаниям других сооружений от разведки и опробования грунтов основания мачт можно отказаться, а использовать способы интерполяции и экстраполяции данных в пределах инженерно-геологического участка.

Результативные материалы

9.27. При проведении инженерно-геологических изысканий в стадии рабочего проектирования ведут ту же полевую документацию, что и при изысканиях для технического

проекта - в основном журналы разведочных работ, полевого в массиве и лабораторного опробования грунтов, откачек воды, режимных гидрогеологических и температурных и стационарных наблюдений.

При необходимости составляют графики испытаний грунтов на сопротивление сдвигу в шурфах и скважинах, нагружений на холодные и горячие штампы, прессиометрических испытаний, статических и динамических зондирований грунтов и др.

Если рабочие чертежи составляют при строительстве, в состав полевых материалов включают также документы обследования строительных выработок: описания, фотографии, сведения об изменениях состояния грунтов, гидрогеологического и температурного режимов пород и т.д.

9.28. При рабочем проектировании представляют:

инженерно-геологические данные, наносимые на совмещенные продольные профили местных перетрассировок в этой стадии проекта, путепроводных развязок, карьерных ветвей, автодорог, проектируемых вдоль трассы и в пределах площадок и подъездных к строительным объектам, строительных обходов, трасс коммуникаций, а также данные, наносимые на поперечники: в местах индивидуального проектирования земляного полотна, на участках со сложными инженерно-геологическими условиями, в местах смещения проектного положения защитных и укрепительных сооружений и на участках изменения отметок проектной линии по отношению к решениям технического проекта;

уточненный график размещения резервов грунтов и земляных карьеров;

геологические разрезы на участках удлинения дюкеров, труб, лотков, малых мостов, путепроводов и других искусственных сооружений в связи с увеличением размеров элементов земляного полотна (глубины выемок, высоты насыпей) при изменениях положения проектной линии против технического проекта;

уточненные продольные инженерно-геологические профили и поперечные разрезы по участкам средних и больших

мостовых переходов и массивов, прорезаемых тоннелями, отдельных сооружений мостового (опор, дамб, временных зданий и устройств) и тоннельного комплексов (шахт, штолен и др.), колонки скважин;

геологические разрезы оснований зданий и сооружений, проектируемых на площадках станций;

уточненные обобщенные значения прямых показателей свойств грунтов при надежности 0,95 для инженерно-геологических элементов, входящих в сферы воздействия конкретных проектируемых сооружений и зданий разного назначения (несущие слои в основаниях, пласты толщ, прорезаемых тоннельными и другими выработками и т.п.);

паспорта вновь обследованных в стадии рабочего проектирования месторождений грунтов и строительных материалов, отвалов горных разработок и скоплений промышленных отходов;

дополнительные данные о свойствах грунта и составе воды, полученные при обследовании строительных выработок,

дополнительные рекомендации по проектированию сооружений и производству строительных работ, составляемые на основе уточняемых в стадии рабочих чертежей и вновь разрабатываемых инженерно-геологических прогнозов.

Глава IO. СВОДНЫЙ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ОТЧЕТ

IO.I. По результатам всех изыскательских работ, выполненных для предпроектного этапа и обеих стадий проектирования, составляют сводный инженерно-геологический отчет, обобщающий всю полученную информацию. Один экземпляр отчета передают в территориальный геологический фонд, другой хранится в фондах проектно-изыскательской организации. Информацию вносят также в учетные карточки результатов инженерно-геологических работ по объекту (объектам) изысканий для справочно-информационной картотеки (п.I.I8).

Примерное содержание текста сводного отчета

10.2. В отчет входят:

1. Характеристика изученности района изысканий - материалы аэрофото-, геологических, геоморфологических и гидрогеологических съемок и исследований, отраслевых инженерно-геологических изысканий, собранные при составлении ТЭО выбора направления линии железной дороги и в период подготовки к полевым изысканиям в стадии технического проекта.

2. Состав, содержание, объемы и методика проведенных на обеих стадиях проектирования инженерно-геологических работ; отступления от намеченных программ изысканий и их объяснения; списки исполнителей работ, авторов отчета.

3. Общая характеристика района изысканий:

границы, административная принадлежность и географическое положение территории;

орография и гидрография, элементы микро- и мезорельефа территории района (равнины, возвышенности, склоны, долины рек и их террасы, котловины водоемов), амплитуды колебания высотных отметок, степень расчленения поверхности и ритмы рельефа, геоморфологическая характеристика (генезис рельефа);

краткие сведения о климате, заимствованные у гидрологов проектно-изыскательской организации, а для горных районов также сведения о прохождении селей и лавин;

распространение подвижных песков, болот, болотных и засоленных почв, состав и степень засоления, генетические и строительные типы болот, особенности песчаного эолового рельефа, формы, их размеры, направление и скорость перемещения;

геологическое строение района, стратиграфия, генезис, фациальная принадлежность, условия залегания, распространение и мощность коренных и четвертичных отложений, формы [illegible] тектоники, состав и мощность [illegible] пород дочетвертичного возраста, скаль-

ных и полускальных;

мерзлотные условия участков и территории района в целом, площадное распространение, криогенное строение и мощность толщ вечномерзлых пород разного состава, сложения, возраста, происхождения и фациальной принадлежности, типы мерзлоты (сливающаяся, несливающаяся, сплошная, островная, "вялая", жесткая, льдистая, содержащая подземные льды и т.п.), сезонное оттаивание и промерзание грунтов, его сроки, мощность СТС и СМС в разных условиях рельефа и заносимости снегом, криогенное строение, льдистость, склонность к пучению слагающих эти слои пород, температурный режим толщи с годовыми изменениями температуры до подошвы слоя годовых теплооборотов, теплофизические свойства грунтов, мерзлотные геологические процессы и явления, их особенности, формы, размеры, принадлежность, распространение, инженерно-геологическое значение;

гидрогеологические условия, типы подземных вод, их распространение, условия залегания, водообильность горизонтов, состав и агрессивность воды, режим подземных вод, влияние подземных вод на проявление, распространение и динамику развития различных геологических процессов в районе;

источники водоснабжения действующие и изученные, но пока не эксплуатируемые (заимствуют в отделе водоснабжения проектно-изыскательской организации)

4. Инженерно-геологическая характеристика:

состав, сложение, состояние и свойства грунтов; прочность и деформативные свойства грунтов оснований, среды, материалов различных железнодорожных сооружений и особенности грунтов как объектов разработки; особенности, распространение, приуроченность, размеры и интенсивность проявления развитых в районе геологических и инженерно-геологических процессов, их влияние на состояние и работу различных железнодорожных сооружений; инженерно-геологическое (и мерзлотное) районирование изучаемой при изысканиях территории (района варьирования трассы масштаба 1:25 000, полосы вдоль принятой трассы масштабов

I:10 000 – I:5000, строительных площадок, участков мостовых переходов и тоннельных пересечений, мест с особо сложными инженерно-геологическими условиями масштабов 5 000–I:2 000);

инженерно-геологические условия наиболее сложных для трассирования железной дороги участков: пересечений горных хребтов (седел, долин прорыва, косогорных ходов), площадей распространения грунтов оснований пониженной прочности (болот, илов, мокрых солончаков), островной и "вялой" вечной мерзлоты, подземных льдов, закарстованных территорий, оползающих и оползневых склонов и т.п.

5. Инженерно-геологическое обоснование выбора оптимальных вариантов положения трассы, больших и средних мостовых переходов, тоннельных пересечений, станционных и других строительных площадок.

6. Земляное полотно:

инженерно-геологическое районирование полосы вдоль трассы по условиям возведения и эксплуатации проектируемых сооружений земляного полотна (поучастковое описание)[I] элементы и обустройства земляного полотна, их характеристика;

выемки, их протяжение, преобладающие средние и максимальные глубины и длины, приуроченность к различным геоморфологическим элементам; состав, сложение, состояние и свойства, особенно механические, грунтов, криогенное строение мерзлых толщ, стойкость по отношению к выветриванию грунтов откосов и основания проектируемых выемок; строительные группы вскрываемых выемками пород; обобщенные значения прямых показателей свойств грунтов участков выемок, проектируемых в индивидуальном порядке; рекомендации по крутизне и конструкции откосов проектируемых индивидуально выемок; выемки в легковыветривающихся, набухающих, соле- и гипсоносных, лессовых, мерзлых грунтах;

[I] Все дальнейшее описание ведут по выделенным инженерно-геологическим районам и участкам.

характеристика этих пород и прогноз изменения их состояния и свойств в основании и откосах проектируемых выемок; седловые, косогорные, скальные выемки, выемки в обводненных массивах; условия залегания, питания, дренирования и водообильности водоносного горизонта; возможности его дренирования, водопонижения; наледные явления в выемках и рекомендации по борьбе с ними; выемки в подвижных песках; мероприятия по остановке и закреплению песков, защите откосов выемок от выдувания и наносения песка; особенности разработки выемок различными способами - взрывами, путем гидроразмыва; возможность использования грунтов из выемок для возведения насыпей и целесообразность разработки выемок как карьеров грунтов;

насыпи, протяжение общее, для отдельных насыпей среднее и максимальное, преобладающие средние и максимальные высоты, приуроченность к различным геоморфологическим элементам; состав, сложение, состояние и свойства грунтов оснований насыпей, защитных и укрепительных сооружений; насыпи на косогорных склонах, слабых заболоченных, засоленных, мокрых, оттаивающих основаниях, вечномерзлых толщах; характеристика сезонно- и вечномерзлых грунтов по криогенному строению и состоянию; высокие, пойменные, фильтрующие, намываемые насыпи, полунасыпи и нулевые места; насыпи в выемках, насыпи на осыпях, курумах, оползневых и солифлюкционных склонах, прижимах, аласах, термокарстовых, подмываемых и закарстованных участках; резервы и земляные карьеры, их запасы по отношению к объемам грунтов для возведения насыпей; состав, сложение, состояние, водные и другие свойства грунтов, предназначаемых для возведения насыпей; возможности применения для этой цели грунтов тяжелого гранулометрического состава, повышенной влажности, гипсоносных и засоленных пород и почв легко выветривающихся полускальных пород и других ограниченно пригодных для возведения насыпей [165];

состав, сложение, состояние и свойства грунтов в местах расположения проектируемых водоотводов, дренажей, экранов, защитных и укрепительных сооружений; условия

залегания водоносного горизонта, его локализация и водообильность; направление и скорость движения подземных вод; состав, сложение и водопроницаемость водовмещающих пород по результатам опытных откачек и лабораторных анализов; состав подземных вод; рекомендуемый тип дренажа или водопроницаемого экрана на участке проектируемой выемки, карстующегося массива, оползневого склона и др.

7. Искусственные сооружения:

инженерно геологические условия строительства и эксплуатации малых искусственных сооружений на разных участках трассы; наледные явления на склонах, в логах и водотоках и их инженерно-геологическое значение; группировка сооружений по типам (трубы, лотки, дюкера, малые мосты, путепроводы и др) и характеристике оснований, гидрогеологические условия оснований, состав и свойства агрессивности грунтовых и поверхностных вод по отношению к бетону фундаментов проектируемых сооружений; состав, сложение, состояние и свойства грунтов оснований проектируемых сооружений, грунты пониженной прочности в основании; пучинистые, засоленные, набухающие, сильнольдистые и пластичномерзлые грунты, подземные льды в основаниях, косогорные основания, агрессивность грунтов, размываемость грунтов русел;

инженерно-геологические условия мостового перехода (переходов); геологическое строение и гидрогеологические условия отдельных геоморфологических элементов долины (развитые склоновые, пойменные и русловые процессы) на участке перехода; состав, сложение, состояние и свойства грунтов оснований опор моста; обобщенные значения прямых показателей свойств грунтов несущих опоры моста пластов, грунты пониженной прочности в основаниях; льдистые, пластично-твердо- и сыпучемерзлые породы; характеристики размываемости грунтов в русле и на пойме; агрессивность речных и подземных вод; рекомендации по глубине заложения опор моста, условным сопротивлениям грунтов оснований нагрузкам;

инженерно-геологические условия массива, прорезаемого

проектируемым тоннелем, и зоны проложения подземных выработок; геологическое строение, мерзлотные и гидрогеологические условия массива; характеристика трещиноватости и кавернозности (закарстованности) скальных пород; состав, сложение, состояние и свойства пород; прочность и деформативные свойства (обобщенные значения показателей) грунтов зоны проложения тоннеля; характеристика стойкости по отношению к выветриванию; ожидаемые температура, горное давление и водопритоки в проектируемом тоннеле, прогноз изменения гидрогеологических и мерзлотных условий, горного давления, состояния и свойств грунтов в зоне проложения тоннеля при строительстве и эксплуатации; прогноз возникновения и развития различных инженерно-геологических процессов при разных способах проходки тоннеля и крепления обделки.

8. Площадки станций и жилых поселков транспорта:

инженерно-геологические условия площадки в целом; распространение, особенности, размеры и интенсивность проявления различных геологических и мерзлотных процессов, отражение их действия в рельефе площадок (явления); геологическое строение, гидрогеологические и мерзлотные условия различных инженерно-геологических участков площадки; агрессивность поверхностных и подземных вод;

состав, сложение, состояние и свойства грунтов оснований и среды сооружений, объектов разработки; распространение в плане и мощности толщ грунтов пониженной прочности, набухающих, просадочных, льдистых и пластичномерзлых пород, подземных льдов; обобщенные значения параметров прочности, сжимаемости, набухания, просадочности, теплофизических свойств грунтов несущих слоев в основаниях проектируемых на площадке зданий и сооружений; характеристика грунтов оснований проектируемых вокзалов, депо, многоэтажных зданий, отдельных сооружений и трасс коммуникаций на площадках; рекомендации по использованию в качестве оснований вечномерзлых, слабых, набухающих, просадочных грунтов; рекомендации по обеспечению устойчивости при эксплуатации зданий и сооружений, возводимых на

закарстованных или подверженных быстрому карстованию породах, подземных льдах, пучинистых грунтах; прогноз изменения мерзлотных условий при строительстве и эксплуатации зданий и сооружений на площадках.

9.Обеспечение строительства ископаемыми строительными материалами:

размещение выявленных, разведанных и опробованных месторождений;положение действующих карьеров, принадлежащих различным организациям; местонахождение и ведомственная принадлежность отвалов местных горных производств и скоплений отходов промышленных предприятий, которые могут быть применены в качестве тех или иных строительных материалов (щебень, бутовый камень, вяжущие или инертные материалы, пластмассы, шлаки и др.); удаленность от трассы и транспортная доступность месторождений, карьеров, отвалов и скоплений отходов;

запасы и качественная характеристика материалов;производственная мощность карьеров, предприятий, заводов; описание крупных карьеров, месторождений, отвалов, могущих стать базовыми для железнодорожного строительства.

Графические и табличные приложения

10.3. Приложения к сводному отчету включают:

1. Инженерно-геологические карты разных масштабов: 1:25 000 - района варьирования трассы; 1:10 000-1: 5 000- трехсотметровой полосы вдоль принятой трассы; 1:5 000-1:2 000-участков сложных в инженерно-геологическом отношении, мест индивидуального проектирования земляного полотна, участков мостовых переходов и тоннельных пересечений, строительных площадок;

2. Геологические продольные и поперечные разрезы (профили) по всем перечисленным участкам масштабов 1:5 000 - 1:200 и местам проектирования отдельных сооружений (выемок, насыпей, водоотводов, дренажей, подпорных стен, труб, дюкеров, путепроводов, мостов, тоннелей) и зданий (вокзалов, депо, контор, жилых домов, водонапор-

ных башен, насосных станций и др.) масштабов 1:200 и 1:100.

3. Совмещенные продольные профили по трассе (горизонтальный масштаб 1:10 000, вертикальный от 1:500 до 1:200), линиям напорного водопровода, канализации, магистрального кабеля связи, опор контактной сети и других коммуникаций, притрассовой автодороги, карьерных ветвей и подъездных путей к строительным площадкам и др.

4. Паспорта месторождений грунтов и строительных материалов (план, разрезы, схема расположения, таблицы качества материалов и подсчета запасов).

5. Инженерно-геологические колонки выработок масштаба 1:100.

6. Схему и график размещения месторождений масштаба 1:10 000.

7. Таблицы обобщенных значений геофизических параметров свойств пород.

8. Таблицы лабораторных анализов грунтов и т. д.

9. Паспорта полевых в массиве и лабораторных испытаний прочности и деформативных свойств грунтов отдельных инженерно-геологических элементов в сферах воздействия проектируемых сооружений (грунты несущих пластов в основаниях, откосах, за обделками подземных выработок и др.).

10. Таблицы статистически обобщенных значений прямых показателей свойств грунтов инженерно-геологических элементов по участкам проектирования отдельных сооружений и зданий, устойчивость которых рассчитывается при проектировании.

11. Графики полевых испытаний грунтов, опытных откачек и нагнетаний воды, термокаротажа в скважинах.

12. Графики режимных гидрогеологических и температурных наблюдений в годовом цикле.

13. Графики, зарисовки, фотографии и описания проведенных стационарных наблюдений за возникновением, развитием и протеканием различных геологических, мерзлотных и инженерно-геологических процессов при изысканиях, строительстве и эксплуатации разных сооружений и зданий.

I4. Описания, зарисовки и фотографии строительных выработок, геологических образований и проявлений различных инженерно-геологических процессов, если рабочее проектирование было совмещено со строительными работами; документация забоев подземных выработок, выемок, карьеров, стенок, свода и подошвы тоннелей, откосов и основания выемок и котлованов, траншей, минных и взрывных колодцев и др.

I5. Дополнительные материалы, не учтенные настоящим перечнем.

Часть II. ИЗЫСКАНИЯ ДЛЯ РЕКОНСТРУКЦИИ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

Глава II. ОСОБЕННОСТИ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ НА ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГАХ

Назначение изысканий

II.I. Инженерно-геологические изыскания выполняют с целью получения исходных данных для обоснования проектных решений по следующим вопросам:

выбору способа реконструкции, в большей мере отвечающего особенностям инженерно-геологических условий полосы прохождения дороги, и выбору варианта решения, оптимального по другим сравниваемым показателям;

размещению и сооружению второго пути или отдельных двухпутных вставок;

смягчению уклонов профиля, спрямлению линии и увеличению радиусов кривых;

созданию новых раздельных пунктов и устройств для безостановочного скрещения поездов;

переносу некоторых участков дороги и строительству обходов отдельных мест с неблагоприятными инженерно-геологическими условиями или с развитыми деформациями земляного полотна, искусственных и других линейных сооружений;

электрификации и обеспечению дороги новыми средствами связи;

развитию станций;

переустройству мостов и тоннелей.

II.2. Как и при изысканиях новых линий, в задачу изысканий на эксплуатируемых железных дорогах входят установление или уточнение инженерно-геологических условий участков реконструкции (геологического строения, состава, сложения, состояния и свойств грунтов), гидрогеологической обстановки и изучение геологических процессов, влияющих или могущих воздействовать на существующие, переустраиваемые или вновь создаваемые сооружения.

Особые условия и требования к изысканиям

II.3. Для действующих или временно законсервированных сооружений железных дорог имеются:

материалы по изысканиям, проектированию, строительству, капитальным ремонтам и по эксплуатации земляного полотна, искусственных и других сооружений;

большое число вскрытий грунтов в выемках, резервах, земляных карьерах, тоннелях и других выработках;

вскрытия подземных вод в колодцах, дренажах;

различные дефекты, повреждения и деформации сооружений разных видов, размеров и назначения.

Изучение перечисленных материалов, вскрытий, дефектов, повреждений и деформаций представляет собой составную часть комплекса инженерно-геологических изысканий для обоснования проектов реконструкции дороги. Оно повышает эффективность изысканий, облегчает постановку инженерно-геологических прогнозов и способствует полноте и качеству обоснования проекта.

II.4. При инженерно-геологических работах на действующих путях, откосах земляного полотна, станциях, мостах и в тоннелях необходимо строго соблюдать специфические правила техники безопасности и производственной санитарии, оговоренные действующими инструкциями и указаниями (пп. I.2I, I.22), для сохранения жизни и здоровья изыскателей и обеспечения безопасности движения поездов.

Выполнение изыскательских работ должно быть предва-

рительно согласованно с начальником дистанции пути и сооружений. Руководитель изыскательской партии, отряда обязан заблаговременно согласовать по принадлежности с начальниками дистанций пути, электрификации и связи, раздельных пунктов места размещения и время проходки запланированных разведочных выработок. Руководитель работ должен располагать выпиской из расписания движения поездов по перегонам, где он проводит изыскания.

Материалы, собираемые в период подготовки к полевым работам

II.5. Кроме материалов проекта и строительства, получают в порядке обобщения опыта эксплуатации дороги в Министерстве путей сообщения, Гипротранспути и его филиалах, управлениях, линейных и проектных организациях железных дорог материалы, характеризующие состояние и работу действующих сооружений на интересующих участках:

подробный продольный профиль последней инструментальной проверки пути;

проектную и строительную документацию по последним проведенным плановым ремонтам пути на участках и характеристику содержания и объемов выполненных для обоснования проектов инженерно-геологических работ;

проектную и строительную документацию по переустройству или восстановлению отдельных сооружений и устройств, а также данные о замене грунтов на отдельных участках;

перечень и описание конструкции поддерживающих, укрепительных, защитных и дренажных сооружений и устройств с характеристикой их состояния и функциональной эффективности работы;

сведения о местоположении, путях сообщения, запасах и качестве материала карьеров: балласта, камня, песка и других строительных материалов, отходов заводов щебня, используемых или использовавшихся дорогой ранее;

данные о мощности балластного слоя, роде балласта и его загрязненности, составе и мощности подбалластной подушки;

сведения о местонахождении, протяженности и глубине балластных корыт, ям, мешков, карманов и мерах, примененных для их ликвидации, с характеристикой эффективности мероприятий;

перечень участков пути, где ширина основной площадки земляного полотна на перегонах меньше проектной или установленной техническими условиями;

перечень мест, дат и сроков ограничений скоростей и перерывов движения поездов;

Для участков с деформациями и повреждениями земляного полотна указывают положение, формы, размеры и сроки проявления:

неравномерного и равномерного пучения грунтов;

выплесков, просадок и перекосов пути;

оседаний пути;

повреждений откосов насыпей и выемок (смывы, сплывы, оползания);

выпирания и суффозионного выноса грунтов в кюветы выемок;

размывов земляного полотна и сооружений;

наледей;

катастрофических явлений: провалов полотна и сооружений, сползания по склону и расползания насыпей, обвалов и оползней, смещений сооружений и др.

Целесообразно также ознакомиться с материалами проектирования, строительства и эксплуатации в районе и на участках реконструкции других линейных и площадных сооружений (автомобильных дорог, трасс линий электропередач, трубопроводов и других коммуникаций, поселков и т.п.).

Глава I2. ИЗЫСКАНИЯ НА УЧАСТКАХ РЕКОНСТРУКЦИИ ЛИНЕЙНЫХ СООРУЖЕНИЙ И РАЗДЕЛЬНЫХ ПУНКТОВ

Исходные материалы и состав работ

I2.I. Кроме перечисленной в п.II.3 информации, в состав исходных материалов входят прилагаемые к техническому заданию на выполнение инженерно-геологических изысканий следующие документы:

план линии масштаба I:2 000 с нанесенными на нем трассами проектируемых спрямлений, кривых увеличиваемого радиуса, двухпутных вставок, участками смягчения уклонов, размещения новых раздельных пунктов, искусственных, защитных, поддерживающих, укрепительных и других сооружений;

планы трасс переноса линий и обходов ее отдельных участков масштаба I:2 000;

планы вновь проектируемых раздельных пунктов масштаба I:I 000;

планы схемы развития существующих станций с нанесенными осями вновь проектируемых путей и искусственных сооружений, контурами новых зданий и сооружений, трассами коммуникаций;

продольные профили существующей дороги и по трассам проектируемых спрямлений, кривых, переносов, обходов, коммуникаций, вторых путей, участкам смягчения уклонов, протяженных сооружений (подпорных стен, дренажей и др.) масштабов I:I0 000 - I:2 000 - горизонтальный, I:500 I:200 - вертикальный;

поперечные профили проектируемого раздельного или пристраиваемого к существующему нового земляного полотна масштаба I:200;

поперечные профили проектируемого путевого развития на новых и существующих раздельных пунктах масштаба I:200;

профили по осям удлиняемых, переустраиваемых или вновь проектируемых искусственных сооружений и по осям логов

масштаба I:200;

краткие конструктивно-технические описания проектируемых сооружений и зданий разного назначения;

схемы конструкции опор мостов, на которых предполагается разместить второе пролетное строение;

схемы конструкций тоннеля и его обустройств на участках их проектируемого переустройства.

В техническом задании указывают также потребности в различных грунтах: скальных, крупнообломочных, песчаных, глинистых для планирования поисков, разведки (и доразведки) и опробования соответствующих месторождений, отвалов отходов и т.п.

I2.2. При несложных инженерно-геологических условиях и их хорошей изученности, отсутствии деформаций и повреждений существующего земляного полотна и сооружений, бездефектном состоянии пути на отдельных участках(кроме мест переноса дороги и обходов) можно ограничиться только инженерно-геологической съемкой масштаба I:I0 000 в полосе шириной до 300 м вдоль линии и попикетным описанием. Методика попикетного описанья приведена в работе [I47 , пп. 2.I-2.2].

Расчистки откосов существующего земляного полотна, стенок резервов и земляных карьеров, отдельные скважины, проходимые в основании сооружений в порядке картировочного обоснования инженерно-геологической съемки и попикетного описания, продольные и поперечные профили и геолого-литологические разрезы из проектов первого (второго и т.д.) пути (путей) дают (в перечисленных благоприятных случаях) достаточно материала для обоснования проектов реконструкции.

I2.3. В прочих случаях в дополнение к этому материалу выполняют разведочные работы и опробование грунтов и воды в объемах, зависящих от степени инженерно-геологической сложности (пп.I.24-I.27) и изученности условий (пп.I.28,I.29) участков проектируемой реконструкции железной дороги. Кроме того, объемы работ зависят и от состояния земляного полотна и сооружений дороги на участках

реконструкции [I47, пп. 2.45,2.46, 2.62-2.79 и 3.9-3.I8].

Содержание и объемы инженерно-геологических работ

I2.4. На участках переноса дороги, проектируемых обходов, спрямлений, кривых увеличиваемого радиуса, двухпутных вставок, где новый путь (пути) будет расположен на раздельном с существующим путем земляном полотне, инженерно-геологические изыскания выполняют так же, как и по трассам новых линий по рекомендациям, приведенным в гл.3-9, но при этом учитывают уже накопленный опыт эксплуатации существующей дороги при разработке инженерно-геологических прогнозов.

При изысканиях для обоснования проектов вновь организуемых раздельных пунктов руководствуются рекомендациями гл. 8 и пп. 9.I5-9.26 и используют опыт эксплуатации участков дороги на соответствующих перегонах.

В местах проектирования на существующих станциях нового путевого развития, новых зданий и сооружений работы выполняют так же, как рекомендуется в гл. 8 и 9. За счет использования экстраполяции и интерполяции, применения аналогии условий в пределах инженерно-геологических участков, часть площади которых уже застроена, объемы разведки и опробования грунтов можно существенно сократить. Это относится также к вновь проектируемым искусственным, защитным, поддерживающим, укрепительным и другим сооружениям, где изыскания выполняют в соответствии с рекомендациями, изложенными в гл. 4,5 и 9.

I2.5. В местах примыкания переносов, обходов, спрямлений, новых кривых к существующему земляному полотну, кроме расчисток откосов, может возникнуть необходимость проходки скважины на ближайшей обочине через тело насыпи с заглублением в плотные грунты основания на 3 м или в основание выемки на глубину промерзания грунтов.

Образцы грунтов из этих скважин отбирают послойно, но для определения влажности и объемной массы не реже чем на каждом метре, а для установления номенклатурных

характеристик не реже чем на каждых двух метрах разреза.

Двухпутные вставки, отдельные пути вновь проектируемых небольших раздельных пунктов могут быть расположены на совместном с существующем путем земляном полотне. В этом случае инженерно-геологические изыскания выполняют так же, как и для обоснования проекта второго пути [147].

12.6. При смягчении уклонов на отдельных участках предусматривают увеличение высоты насыпей или глубины выемок, что влечет за собой возрастание размеров земляного полотна, водопропускных лотков, труб, докеров и сфер их воздействия.

Захваченные увеличенными сферами воздействия новые инженерно-геологические участки и элементы должны быть обследованы так же детально, как и ранее изученные при первоначальных изысканиях дороги. Необходимо также обследовать земляное полотно и основания сооружений дороги, так как состояние грунтов в них за время эксплуатации может существенно измениться. В процессе обследования могут быть выявлены нежелательные отступления от первоначального проекта дороги при строительстве по составу и плотности грунтов в насыпях, глубине заложения фундаментов сооружений и др. Эти изменения и отступления учитывают в проектах реконструкции.

12.7. В экстремальных точках проектируемого продольного профиля, где насыпи и откосы земляного полотна достигают максимальной высоты, а выемки - глубины, и в местах новых переходов из насыпи в выемку и обратно, но не реже чем через 200 м, по участку интересующей перепроектировки задают разведочные поперечники.

На поперечнике закладывают скважины на каждой обочине через тело насыпи и на глубину 3 м в ее основание и у краев проектного контура наращиваемой насыпи также на глубину 3 м. При высоте существующей насыпи более 12 м проходят еще по скважине на серединах обоих ее откосов до основания. Таким образом, общее количество скважин может достигать 4-6.

В выемке скважины проходят со дна кюветов на глуби-

ну промерзания грунтов и за бровками откосов до тех же отметок, что и выработки в кюветах. Кроме того, расчищают оба откоса выемки на поперечнике.

Схема разведки на участках проектируемых досыпок насыпей и углубления выемок показана на рис. 41.

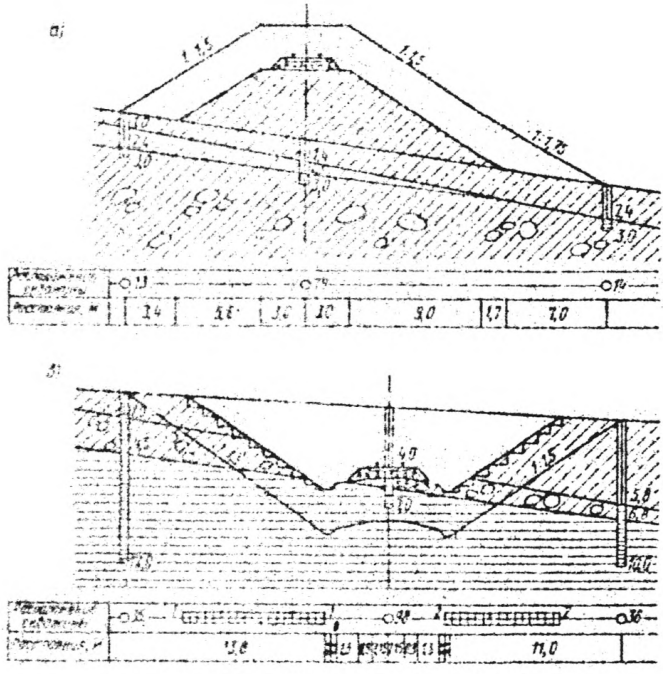


Рис.41. Схема разведки на участках смягчения уклонов железной дороги в местах повышения проектных отметок насыпи и заглубления выемок:
а – насыпь; б – выемка.
Пунктиром показаны выработки, пройденные еще при изысканиях для первоначального проекта дороги

12.8. На оси удлиняемых лотков, труб, дюкеров в месте расположения вновь проектируемых оголовков проходят по одной, а если новый оголовок попадает на границу двух инженерно-геологических участков, то по две скважины, как показано на рис. 42. При этом глубину скважин в плотных грунтах основания оголовков удлиняемых труб и лотков принимают 6 м, в слабых – 10 м. Скважины у конца удлиняемого

дюкера заглубляют до проектной отметки углубляемой выемки плюс 6 м.

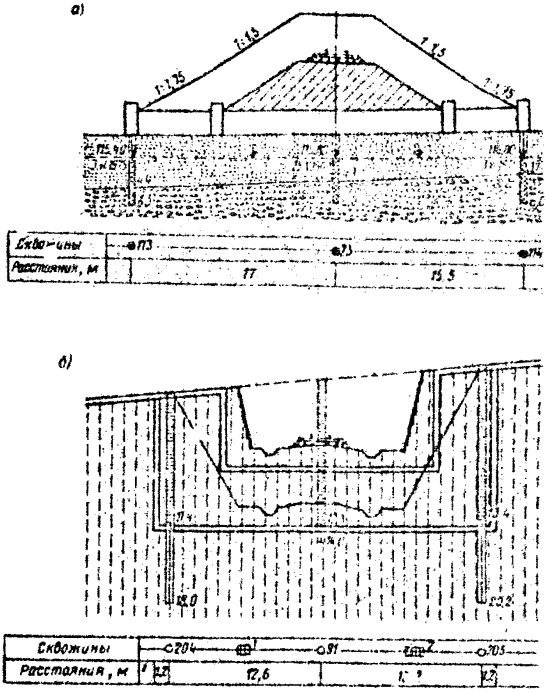


Рис. 42. Схема разведки в местах проектируемых новых оголовков водопропускных труб и дюкеров на участках: а – увеличения высоты насыпи; б – увеличения глубины выемки при смягчении уклонов железной дороги

12.9. Из всех скважин послойно, но не реже чем на каждом метре отбирают образцы для определения влажности и объемной массы грунтов и не реже чем через 2 м – для установления пределов пластичности глинистых грунтов и гранулометрического состава песчаных грунтов. Если грунт из углубляемой выемки предположено переместить в насыпи, определяют его максимальную плотность и оптимальную влаж-

ность при стандартном уплотнении, а для песков, кроме того, еще и углы естественного откоса в сухом состоянии и под водой.

12.10. В проекте смягчения продольного профиля линии откосы отдельных наращиваемых насыпей и углубляемых выемок приобретут высоту более 12 м, некоторые выемки будут врезаны в слой набухающих или переувлажненных глинистых пород или даже вскроют водоносный горизонт.

Для расчетов при проектировании высоких насыпей и глубоких выемок, кроме номенклатурных характеристик, влажности и объемной массы, определяют обобщенные значения параметров прочности глинистых и песчаных грунтов, как указано в пп.4.8-4.17.

Набухающие грунты опробуют, как указано в п.4.29, а переувлажненные - в соответствии с рекомендациями пп.4.33, 4.14-4.16 (см. также приложение 10).

При проектировании дренажа в заглубляемой выемке, которая вскроет горизонт подземных вод, разведку ведут в соответствии с рекомендациями п. 4.30, а опробование, - как указано в пп. 4.31, 4.32.

Работы, выполняемые для возведения второго пролетного строения моста на существующих опорах

12.11. На отдельных старых мостах имеются ледорезы. Опоры с ледорезами обладают, как правило, некоторым запасом устойчивости. За время эксплуатации грунты оснований опор консолидированы нагрузкой от моста и в общем случае приобрели дополнительную прочность и сопротивляемость сжатию в результате уплотнения грунта и рассеивания порового давления. Эти обстоятельства позволяют на тех же опорах при увеличении их верхней несущей плоскости уложить второе пролетное строение моста для организации двухпутного движения. Но для проектных расчетов необходимо определить то условное сопротивление грунта несущего слоя в основании фундамента существующей опоры с ледорезом нагрузке, достижение которого еще не вызовет недопустимых деформаций сжатия при возведении второго пролетного

строения. Это и является основной целью планируемых в рассматриваемом случае инженерно-геологических работ.

12.12. В процессе изысканий необходимо определить:

состав и состояние материала опор (и ледорезов), который мог претерпеть изменения в эксплуатации;

положение подошвы фундаментов опор после деформации сжатия грунтов в напряженной зоне основания;

состав, влажность, плотность, параметры прочности и сжимаемости грунтов в напряженной зоне основания опоры.

12.13. Для обследования опоры бурят скважину от верха опоры у ее края со стороны ледореза через все тело конструкции до подошвы и ниже. При встрече в основании опоры слабых грунтов стремятся пройти всю их толщу и заглубиться на 5 м в плотные подстилающие породы. При большой мощности толщи слабых грунтов ее разбуривают на глубину до 20 м ниже подошвы фундамента опоры.

Плотные песчаные и глинистые породы твердой, полутвердой или тугопластичной консистенции разведывают на глубину до 10 м ниже подошвы фундамента, а крупнообломочные, полускальные и скальные породы - до 5 м.

Когда обследуемая опора не имеет деформаций, а разведка установила хорошее состояние в ней материала и соответствие заложения подошвы фундамента проектной отметке, разведочные работы бурением одной скважины на опоре ограничивают. В более сложных случаях обследования выполняют по индивидуальным программам.

12.14. Из кернов скважины в бутовой кладке или бетоне разбуриваемой конструкции приготовляют образцы и испытывают их на временное сопротивление сжатию в сухом и водонасыщенном состоянии. Определяют петрографический состав, водопоглощение, объемную массу, удельный вес и морозостойкость камня из кладки опоры.

Образцы грунтов из основания опоры опробуют послойно, но не реже чем через 2 м для определения номенклатурных характеристик и через 1 м - влажности и объемной массы. Из каждого инженерно-геологического элемента напряженной зоны основания извлекают монолиты для установ-

ления параметров прочности и сжимаемости грунтов несущего слоя. Экспериментального материала должно быть достаточно для получения обобщенных значений этих параметров на основе статистической обработки для надежности, равной 0,95 (не менее 25 частных экспериментальных величин).

Испытания на сопротивление сдвигу выполняют по ГОСТ 12248-66 в интервале обжатия грунта нагрузками величиной от бытовых давлений на глубине залегания несущего слоя до проектных давлений под подошвой опоры после возведения второго пролетного строения.

Для определения плотности песчаных грунтов несущего слоя может понадобиться выполнение статического зондирования. Слабые грунты основания опоры испытывают крыльчатками на сопротивление лопастному вращательному срезу. В отдельных случаях могут быть применены испытания грунтов прессиометром для уточнения модуля деформации грунтов несущего слоя.

Работы на тоннельных участках

12.15. Реконструкции подлежат тоннели при введении электрической тяги, новых габаритов приближения строений и подвижного состава и в других подобных случаях.

Как правило, в проектах тоннеля и других сооружений комплекса, в материалах осуществленных при проходке подземных выработок наблюдений содержатся сведения о геологическом строении и гидрогеологических условиях массива, составе, сложении, состоянии и свойствах грунтов тоннельной зоны, геологических процессах, развитых на участке, и явлениях, возникавших во время строительства.

При эксплуатации тоннеля составляют технический паспорт, карточку и тоннельную книгу, акты и отчеты о результатах проводимых наблюдений и периодических обследований.

Все перечисленные материалы должны быть изучены для составления программы планируемых инженерно-геологических работ в связи с изменением габаритов тоннеля и его

обустройств.

I2.I6. В задачу изысканий входит уточнение инженерно-геологических прогнозов тех изменений, которые произошли в гидрогеологическом режиме массива и состоянии грунтов в зоне заложения подземных выработок в результате строительства и при эксплуатации тоннельного комплекса.

I2.I7. При изысканиях расчищают откосы портальных выемок и лобовых стенок над порталами, стенки тоннеля, шахт и штолен, не закрепленные обделкой. Там, где подземные выработки пройдены в глинистых грунтах или легковыветривающихся полускальных породах, для каждого пласта в тоннеле, шахте задают две-три выломки в обделке, главным образом в местах ее деформаций или капежа и для сравнения на участке без них.

При описании пород в расчистках и выломках определяют степень их выветрелости и сравнивают ее с той, которая была установлена при вскрытии в период строительства. Из зоны дробления отбирают образцы дресвы, песка, глинистых грунтов с целью определения номенклатурных характеристик, влажности и объемной массы послойно. Если полускальная порода подверглась выветриванию и обращена в песок, суглинок, глину на глубину за обделкой I м и более, то, чтобы определить, как далеко зашел процесс выветривания, может потребоваться установление минералогического состава этих грунтов.

Морские коренные и четвертичные глины, обладающие прочными структурными связями, могли не набухать при строительстве и в первые годы эксплуатации тоннеля. Выветривание разрушает эти связи, и элювий глин может интенсивно набухать при увлажнении. Если выломка вскрыла плотно прилегающий к обделке набухающий глинистый элювий, отбирают образцы для определения величины, влажности, давления и степени набухания, коэффициента набухания - усадки этого грунта. Эти параметры используют затем для уточнения инженерно-геологического прогноза изменения горного давления на перспективу в результате развития давления набухания за обделкой.

12.18. В связи с увеличением гидравлических градиентов при дренировании подземные воды промывают себе новые пути по трещинам и зонам дробления и выветривания пород. Набухание глинистого элювия за обделкой тоннеля и дренажей закрывает часть путей движения воды.

Изменения гидрогеологического режима внешне проявляются в снижении или увеличении расходов воды на выпусках из дренажей, появлении в тоннеле течей или капежа, а зимой – наледей. Обводнение тоннеля может возрастать.

Для постановки или уточнения гидрогеологического прогноза на перспективу фиксируют все гидропроявления в припортальных выемках и тоннеле и выполняют годичный цикл наблюдений за колебаниями расходов воды из дренажей, течей, источников. Измерения производят примерно раз в две недели, а весной и осенью чаще.

В отдельных случаях, когда источник возрастающего обводнения неясен, осуществляют геофизическую разведку для уточнения направления и скорости течения потока подземных вод, используя в качестве опорного материала для интерпретации результатов данные о геологическом строении тоннельного массива.

На участке наибольшего поступления воды в дренажную штольню и интенсивного обводнения тоннеля иногда целесообразно заложить глубокую скважину для выполнения опытных откачек и проведения годичных режимных наблюдений за колебаниями уровней. Эти колебания и снижения уровней при откачках сопоставляют с поступлением воды в дренажи и тоннель. Отсутствие прямой связи может указывать на кольматацию дренажей, набухание грунтов за обделкой тоннеля и ее неисправность.

Изменения направления и скорости движения подземных вод, водообильности массива, явления кольматации дрен и набухания грунтов учитывают в проекте реконструкции при переустройстве тоннеля.

Результативные материалы

12.19. Получаемые при изысканиях для обоснования проектов реконструкции рабочие полевые и лабораторные инженерно-геологические материалы по составу не отличаются от составляемых при инженерно-геологических изысканиях новых линий. Целесообразно вести отдельные журналы расчисток многочисленных искусственных обнажений (откосов выемок, бортов карьеров и резервов и др.),где детально описывают грунты коры выветривания разного возраста, и журналы искусственных вскрытий подземных вод (описания положения уровней, результаты измерения расходов и др.). При этом,как и в общем случае, составляют каталоги выработок, точек геофизической разведки, гидропроявлений, а в случае необходимости - рабочие карты фактического материала, сводные ведомости анализов грунтов и воды.

12.20. Проектировщикам представляют:

1. Профили:

продольные инженерно-геологические или совмещенные по вновь проектируемым трассам (участки переносов и обходов линии, новые прямые и кривые, коммуникации) и переустройствам профиля дороги;

поперечные с нанесенными инженерно-геологическими данными (грунты, их состояние, гидрогеологические условия) по участкам раздельного или пристраиваемого к существующему нового и переустраиваемого (в местах смягчения уклонов) земляного полотна;

поперечные - проектируемого путевого развития на новых и существующих раздельных пунктах с нанесенными геологическими данными;

с геологической информацией по осям удлиняемых,переустраиваемых и вновь проектируемых искусственных сооружений и по осям логов.

2. Колонки:

геологические - выработок масштабов 1:200-1:100;

скважин по оси разведываемых опор моста и их основания;

выработок (расчисток, шурфов в выломках, гидрогеологических скважин) на тоннельном участке и в стенах подземных сооружений.

3. Разрезы:

скважин по осям разведываемых опор мостов и их основания;

геологические - по осям на поперечниках к ней по основаниям вновь проектируемых или переустраиваемых поддерживающих, укрепительных, защитных, дренажных и других сооружений.

4. Ведомости:

мест деформаций и повреждений существующего земляного полотна;

мест индивидуального проектирования раздельного и пристраиваемого к существующему земляного полотна;

месторождений строительных материалов и грунтов для возведения насыпей, участков возможного заложения резервов и земляных карьеров;

обобщенных значений прямых показателей свойств грунтов (объемная масса, параметры прочности, сжимаемости, водопроницаемости, капиллярного поднятия и др.), используемых в расчетах при проектировании земляного полотна и сооружений;

анализов подземных и поверхностных вод с заключениями об агрессивности по отношению к бетону.

5. Паспорта:

испытаний прочности, деформируемости и водопроницаемости грунтов;

карьеров грунтов и строительных материалов;

участков деформаций земляного полотна;

мест индивидуального проектирования земляного полотна.

Кроме того, составляют пояснительные инженерно-геологические записки к разделам проекта реконструкции земляного полотна, искусственных сооружений (по мостам и тоннелям могут понадобиться отдельные заключения), станций и узлов, а также записки по организации строительства.

Глава 13. ИЗЫСКАНИЯ ДЛЯ ПРОЕКТА ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ ЛИНИИ

Исходные материалы, задачи изысканий и состав работ

13.1. К техническому заданию на выполнение инженерно-геологических изысканий прилагают:

продольный исполнительный профиль линии;

поперечные фактические профили по раздельным пунктам;

планы-схемы размещения проектируемых зданий и сооружений энергохозяйства на площадках с краткими конструктивно-техническими описаниями;

продольные профили по трассам проектируемых электрокоммуникаций.

При ознакомлении с материалами первоначального проекта и строительства дороги большое значение для составления программы изысканий имеют:

продольный инженерно-геологический или совмещенный профиль линии;

поперечные профили по раздельным пунктам с нанесенной на них инженерно-геологической информацией;

геологические разрезы по основаниям проектируемых, а также и построенных позже на площадках зданий и сооружений;

материалы строительства насыпей.

13.2. В число объектов электрификации входят:

контактная сеть на линии и раздельных пунктах;

силовые кабели и магистральные кабели связи;

тяговые подстанции, участки энергоснабжения, электродепо, дежурные пункты, посты секционирования и параллельного соединения, трансформаторные подстанции, фидерные линии и др.

Важнейшими задачами инженерно-геологических изысканий являются:

изучение условий фундирования опор контактной сети;

обследование оснований зданий и сооружений проекти-

руемого энергохозяйства;

освещение геологической среды по трассам кабелей и других коммуникаций электрификации.

13.3. Для обоснования проектов электрификации производят следующие инженерно-геологические работы:

пикетное описание [147,пп.2.2 и 2,3];

разведку и опробование грунтов, а при обводнении основания в пределах зоны заложения фундаментов проектируемых опор контактной сети, сооружений и зданий, кроме того, анализы воды.

Разведочные работы

13.4. При выполнении разведочных работ в выемках на пикетах и плюсах продольного профиля расчищают оба откоса, чтобы проследить условия залегания пластов грунтов разного состава. Данные этого пикетного описания дополняют материалами разведки массива, взятыми из проекта выемки.

На насыпях высотой более 3 м выработки задают в их теле по намеченной линии (линиям) установки опор контактной сети. При одностороннем размещении опор выработки закладывают на соответствующей обочине насыпи, при двухстороннем - по обеим ее обочинам в шахматном порядке. Расстояния между выработками принимают в зависимости от протяжения насыпи и числа уложенных на ней путей равными 50-200 м, т.е. такими, чтобы по обеим сторонам от искусственного сооружения (если оно имеется) и на каждом из путей было пройдено не менее 2 выработок для возможности построения продольных геологических разрезов по линиям предполагаемого заложения опор.

Таким образом, на насыпи длиной до 200 м минимальное количество выработок может быть от двух (при одном пути и отсутствии искусственного сооружения) до восьми (при двух путях и наличии искусственного сооружения). На километр протяженной насыпи независимо от числа путей достаточно пяти выработок.

Количество выработок можно сократить, если из строительной документации известно, какими грунтами отсыпаны верхние (до 5 м) части насыпей первого и второго путей на разных отрезках их протяжения при условии, что первые заложенные еще в разрядку по обе стороны искусственного сооружения и на обочинах разных путей выработки подтвердили достоверность этих документов.

13.5. Более сложными являются условия фундирования опор контактной сети на участках насыпей высотой до 3 м и на нулевых местах, где в основании земляного полотна имеются:

болота, залежи слабых грунтов, засоленные почвы, острова пластичномерзлых пород;

грунтовые воды, уровень которых располагается в зоне заложения фундаментов опор и может постоянно или периодически капиллярно увлажнять поверхность земли;

косогоры, в которых пласты грунтов или кровля скальных пород падают к подошве склона под углом круче 15^0 или кровля эта неровная с карманами выветрелого материала.

В перечисленных случаях на протяженных насыпях или нулевых местах выработки задают через 100 м. Если в проекте дороги нет сведений об уклонах минерального дна болот, залежей слабых грунтов, падении пластов грунтов на косогорах, может возникнуть необходимость вместо одиночных выработок закладывать две скважины на поперечнике - по одной на каждой обочине для возможности построения поперечных геологических разрезов.

13.6. На раздельных пунктах на путевом развитии разбивают разведочные поперечники через 200 м по протяжению главных путей и на поперечниках задают скважины через 25 м, а в случае необходимости и чаще, чтобы разведать пути разных лет укладки и крайние пути в путевом развитии. При наличии достоверной строительной документации по возведению земляного полотна на раздельных пунктах расстояние между выработками на поперечниках увеличивают.

I3.7. Глубины выработок в плотных глинистых и песчаных грунтах тела и основания насыпи принимают равными 4-5 м, в грубообломочных - до 3 м. На болотах, в слабых и вечномерзлых грунтах скважинами стремятся подсечь подошву толщи и заглубиться на I м в талые и плотные донные грунты. При большой мощности толщ разведку ведут до подошвы толщи насыпи с целью определения глубины вырезки или осадки слабого грунта, чаши протаивания мерзлого, но не глубже чем до 6 м от поверхности обочины.

Скважинами стремятся подсечь уровень грунтовых вод, а при неглубоком залегании и водоупорный слой в подошве горизонта. Если времена разведки и положения этого уровня на максимум не совпадают, положение максимального уровня определяют по косвенным признакам - морфологии разреза капиллярной зоны [88 и I67, с.72-75].

При образовании под невысокой насыпью или на нулевом участке чаши протаивания пластичномерзлых грунтов может потребоваться пройти одну скважину на глубину годовых теплооборотов и выполнить термокаротаж в наиболее глубоком месте чаши. Это место целесообразно нащупать электропрофилированием.

I3.8. Под здания и сооружения энергетического хозяйства, если положение, размеры и конструктивно-технические параметры их определены, разведку выполняют, как рекомендуется в пп. 9.I6-9.I8, 9.26. По трассам силовых кабелей и магистрального кабеля связи разведку проводят согласно п. 8.II. При этом используют возможность интерполяции и экстраполяции данных, проведения аналогии при размещении зданий, сооружений и коммуникаций энергетического хозяйства в пределах уже частично застроенных инженерно-геологических участков на площадках для сокращения объемов планируемых новых работ (п.8.I2).

I3.9. Выработки, закладываемые для проектирования опор контактной сети, послойно опробуют и определяют номенклатурные характеристики, влажность и объемную массу грунтов. По трассам магистрального кабеля связи и силовых кабелей грунты опробуют в составе и объемах,

описанных в п. 9.8.

По участкам размещения зданий и сооружений проектируемого энергетического хозяйства грунты опробуют, пользуясь рекомендациями, приведенными в пп.9.19-9.23.

Из каждого встреченного выработками водоносного горизонта отбирают пробы воды на анализ химического состава для определения ее агрессивных свойств по отношению к бетону фундаментов.

13.10. На площадках, где проектируют здания и сооружения энергетического комплекса, могут быть распространены вечномерзлые грунты.

Если в прошлом здесь и на тех же инженерно-геологических участках раздельного пункта прогноз изменения мерзлотно-грунтовых условий ранее не составлялся, целесообразно на каждом таком участке в пределах проектного контура (группы их) заложить по одной скважине глубиной 15-20 м (зона годовых колебаний температуры мерзлых грунтов).

Для возможности разработки упомянутых прогнозов на период строительства и эксплуатации проектируемых зданий и сооружений (пп.8.21-8.23, 9.22) эти скважины опробуют, как указано в пп.4.80, 4.81, 9.23, выполняют в них термокаротаж и проводят годичный цикл режимных температурных наблюдений, как описано в пп. 8.15-8.20.

Для разработки прогнозов собирают другие материалы, необходимые в качестве исходных для теплотехнических расчетов (п. 4.82), составляющих основу мерзлотного инженерно-геологического прогноза.

Результативные материалы

13.11. Рабочими материалами являются, как и в общем случае изысканий, журналы полевых и лабораторных работ, каталоги выработок, сводные ведомости анализов грунтов и воды, карты фактического материала и др.

13.12. Проектировщикам представляют следующие материалы:

продольные совмещенные профили по линиям заложения опор контактной сети по трассе дороги;

продольные профили по трассам силовых кабелей и магистрального кабеля связи с нанесенными геологическими данными;

поперечные профили с нанесенной геологией по створам расположения опор контактной сети на раздельных пунктах;

геологические колонки скважин в основании опор мачт прожекторного освещения;

геологические разрезы по основаниям проектируемых зданий и сооружений энергохозяйства;

пояснительную записку по инженерно-геологическим условиям фундирования опор контактной сети, мачт прожекторного освещения, кабелей, зданий и сооружений проектируемой электрификации дороги с заключениями о коррозионной активности грунтов, агрессивности вод и рекомендациями о глубинах заложения фундаментов.

Глава I4. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗЫСКАНИЯ ДЛЯ СОСТАВЛЕНИЯ РАБОЧИХ ЧЕРТЕЖЕЙ

Объекты изысканий и содержание работ

I4.I. На стадии рабочих чертежей выполняют изыскания, связанные с учетом замечаний экспертизы, строительной и других заинтересованных организаций по содержанию технического проекта реконструкции сооружений железной дороги и продолжают некоторые незаконченные работы. Их ведут на участках дополнительных изменений против решений, принятых в техническом проекте:

плане линии в местах спрямлений, увеличения радиусов кривых, на обходах и переносах отдельных отрезков дороги;

профиля дороги при смягчении уклонов;

сторонности обходов и двухпутных вставок;

расположения второго пути на совместном или раздельном с существующим земляном полотне;

размеров, конструкций и размещения на местности отдельных путей, сооружений и зданий на вновь проектируемых или

развиваемых раздельных пунктах;

сторонности размещения опор проектируемой контактной сети;

конструкции переустраиваемой или вновь проектируемой обделки реконструируемых тоннелей и способов строительства.

Кроме того, продолжают изыскания на некоторых участках со сложными инженерно-геологическими условиями и в местах с развитыми деформациями земляного полотна и сооружений дороги.

I4.2. Состав и объемы планируемых работ должны быть достаточными для освещения инженерно-геологических условий вновь обследуемых участков проектирования различных сооружений и зданий с такой же детальностью, как и при изысканиях в стадии технического проекта.

I4.3. Рабочее проектирование может совпасть во времени с начавшимся строительством. В этом случае целесообразно обследовать строите льные котлованы и другие выработки сразу же после вскрытия, как рекомендуется в п. 9.I4, пока еще откосы их не осыпались, а грунты не подверглись выветриванию, растеплению, оплавлению и т.п.

Камеральная обработка материалов

I4.4. Состав и содержание результативных документов практически те же, что и составляемых для технического проекта реконструкции (пп. I2.I9 I2.20 и I3.II-I3.I2), но в рамках инженерно-геологических изысканий, проводимых для рабочих чертежей.

Комплексный отчет по материалам инженерно-геологических изысканий, осуществленных в обеих стадиях проекта реконструкции, представляют в виде сборника текстов и графиков. Кроме характеристики условий районов и участков изысканий, большое место в нем отводят описанию инженерно-геологических процессов и явлений, возникших и развивающихся при взаимодействии различных существующих сооружений железной дороги и зданий с природной средой при эко-

эксплуатации до реконструкции и прогнозам на период после ее осуществления.

14.5. При рабочем проектировании разрабатывают уточненные инженерно-геологические прогнозы изменения состава, сложения, состояния и свойств грунтов оснований, среды и материалов и развития процессов взаимодействия их с сооружениями в периоды строительства и эксплуатации. Для этой цели используют всю совокупность полученной инженерно-геологической информации.

Литература

1. Правила техники безопасности при железнодорожных изысканиях. М., Оргтрансстрой, 1962.

2. Набоков В. А. Гнус и борьба с ним. М., Медгиз, 1959.

3. Руководство по технике безопасности на инженерно-изыскательских работах для строительства. М., Стройиздат, 1971.

4. Правила безопасности при геолого-разведочных работах. М., "Недра", 1972.

5. Правила техники безопасности и производственной санитарии при производстве буровых работ на воду на железнодорожном транспорте. М., "Оргтрансстрой", 1969.

6. Инструкция по безопасному ведению геологических работ в лавиноопасных районах. Л., "Недра", 1968.

7. Типовая инструкция по технике безопасности для рабочих скалолазов, занятых на оборке склонов и откосов. М., "Информэнерго Оргэнергостроя," 1972.

8. Правила технической эксплуатации железных дорог Союза ССР. М., "Транспорт", 1970.

9. Инструкция по сигнализации на железных дорогах Союза ССР. М., "Транспорт", 1971.

10. Инструкция по обеспечению безопасности движения поездов при производстве путевых работ. М., "Транспорт", 1966.

11. Правила по технике безопасности и производственной санитарии при производстве работ в путевом хозяйстве ЦП 208/— . М., "Транспорт", 1965.

12. Правила безопасности для работников железнодорожного транспорта на электрифицированных линиях ЦЭ-2188. М., "Транспорт", 1969.

13. Инструкция по технике безопасности и производственной санитарии для путевых рабочих. М., "Транспорт", 1967.

14. Инструкция по технике безопасности для машинистов и помощников машинистов буровых станков. М., "Транс-

порт , 1973.

15. Инструкция по технике безопасности и производственной санитарии для путевых, мостовых и тоннельных обходчиков. М., "Транспорт", 1960.

16. Терешин В. С., Демидов А. А. Техника безопасности и производственная санитария в путевом хозяйстве. М., "Транспорт", 1972.

17. Черепов И. А. Полевая памятка геодезиста и геолога. М., "Недра", 1967.

18. Архангельский И. В., Тимофеев А. М. Бурение скважин с плавучих установок при инженерно-геологических изысканиях. М., "Недра", 1967.

19. Реорик Б.М. Бурение скважин при инженерно-геологических изысканиях. М., "Недра", 1970.

20. Коломенский Н. В. Общая методика инженерно-геологических исследований. М., "Недра", 1968.

21. Голов А. Е., Коломенский Н. В., Смирнов Л. Н. Вопросы унификации инженерно-геологических исследований. М., "Недра", 1964.

22. Ермаков И. Г. Инструкция и методические указания по инженерно-геологической съемке при железнодорожных изысканиях. Новосибирск, Сибгипротранс, 1971.

23. Абрамов С.П., Дроздов С.В. и др. Рекомендации по производству инженерно-геологической съемки при инженерных изысканиях для строительства. М., Стройиздат, 1972.

24. Методы инженерно-геологического изучения трещиноватости горных пород. М., "Энергия", 1968.

25. Инструкции и краткие методические указания по крупномасштабной инженерно-геологической съемке для гидроэнергетического строительства И-37-66. М., "Энергия", 1966.

26. Бегам Л.Г., Дружинин М.К и др. Переходы через водотоки. Под редакцией Л.Г.Бегама. М., "Транспорт", 1974.

27. Керпичев Е.С., Молоков Л.А. и др. Инженерно-геологические изыскания для строительства гидротехнических сооружений. М., "Энергия", 1972.

28. К а р п ы ш е в Е.С., Х а ч а т у р я н Х.Г. Инструкция по составу и объему изысканий для гидроэнергетического строительства И-34-61. Под редакцией Л.Д. Белого, ч.П Инженерно-геологические изыскания. М. -Л., Госэнергоиздат, 1962.

29. Р з а е в а М.К., Д у н ь е в а Г.В. и др. Рекомендации по инженерно-геологическим изысканиям в районах развития оползней. М., ПНИИИС Госстроя СССР, Фундаментпроект, 1969.

30. Т е р - С т е п а н я н Г.И. Геофизические методы изучения динамики оползней. М., "Недра", 1972.

31. С а в а р е н с к и й И.А., З в е р е в В.П. и др. Рекомендации по инженерно-геологическим изысканиям и оценке территории для промышленного и гражданского строительства в карстовых районах СССР. М., ПНИИИС Госстроя СССР, 1967.

32. Н е с в е т а й л о в а Н.Г., Г о р я и н о в а И.Н. Методические указания по инженерно-геологическому дешифрированию аэроснимков при изысканиях дорог в песчаных пустынях. М., изд. ЦНИИСа, 1971.

33. Составление инженерно-геологических карт и планов при помощи ЭВМ и автоматического черчения. "Neue Bergbautechnik", 1973, 3, № 1.

34. Р я п о л о в а В.А., Я к о в е н к о П.И. Методические указания по применению геофизических методов для исследования закарстованных участков. М., изд. ЦНИИСа, 1972.

35. Б а р а н о в И.Я., К у д р я в ц е в В.А. и др. Методика инженерно-геологических исследований в области многолетнемерзлых пород. В сб.: "Материалы Всесоюзного научного совещания по мерзлотоведению". М., Изд-во МГУ, 1972.

36. П р о т а с ь е в а И.В. Аэрометоды в геокриологии. М., "Наука", 1967.

37. Н а д е ж д и н А.В., И в а н о в а Т.Ф. и др. Рекомендации по методике проведения мерзлотных исследований при изысканиях в условиях пластично-мерзлых грунтов.

Сыктывкар, Коми книжное изд-во, 1971.

38. Швецов П.Ф., Бобов Н.Г. и др. Методическое руководство по инженерно-геокриологическим и гидрогеологическим работам при разведке рудных месторождений на Крайнем Севере. М., "Недра", 1972.

39. Кудрявцев В.А., Полтев Н.Ф. и Трунт Н.И. Инженерно-геологические исследования в области распространения многолетнемерзлых пород. В сб.: "Проблемы инженерной геологии". М., Изд-во МГУ, 1970.

40. Втюрин Б.И. Рекомендации по методике изучения подземных льдов и криогенного строения многолетнемерзлых грунтов. М., ПНИИИС Госстроя СССР, 1969.

41. Добровольский Л.А. Картирование подземных льдов геофизическими методами. "Известия высших учебных заведений. Геология и разведка", 1971.

42. Уваркин Ю.Т. Рекомендации по методике изучения термокарстовых процессов при инженерных изысканиях в области многолетнемерзлых горных пород. М., ПНИИИС Госстроя СССР, 1969.

43. Хигарев Л.А., Каплина Т.Н. Рекомендации по методике изучения солифлюкционных процессов при инженерных изысканиях. М., ПНИИИС Госстроя СССР, 1969.

44. Каплина Т.Н. Криогенные склоновые процессы. М., "Наука", 1965.

45. Хигарев Л.А. Причины и механизм развития солифлюкции. М., "Наука", 1967.

46. Больчаков С.М. Рекомендации по изысканиям, проектированию и строительству малых искусственных сооружений на водотоках с процессами наледеобразования. М., изд. ЦНИИСа, 1968.

47. Дружинин Л.К. Методические указания по инженерно-геологическим исследованиям россыпей, курумов и осыпей. М., изд. ЦНИИСа, 1970.

48. Рекомендации по проектированию оснований и фундаментов на пучинистых грунтах. М., Стройиздат, 1972.

49. Данилин А.И. Измерение глубины сезонного промерзания и оттаивания мерзлых грунтов. В сб.: "Вопросы

инженерной геологии", вып.22, М., ВНИИгидрогеологии и инженерной геологии, 1969.

50. Вторина Е.А. и Чернядьев В.П. К методике изучения сезоннотаялого и сезонномерзлого слоев грунта. В трудах ПНИИИСа Госстроя СССР. Геокриологические (мерзлотные) и гидрогеологические исследования при инженерных изысканиях, т.8. М., ПНИИИС Госстроя СССР, 1971.

51. Втюрин Б.И. Криогенное строение мерзлых толщ и их инженерно-геологическая оценка. Реферативно-информационный выпуск, ПНИИИС Госстроя СССР. Серия 5, кн.4. "Геокриологические исследования". М., ПНИИИС, 1967.

52. Горелик А.М., Достовалов Б.Н., Нестеренко И.П. Применение электроразведки при инженерно-геологических исследованиях в районах вечной мерзлоты. В сб. научных сообщений ЦНИИСа. № 3. М., изд. ЦНИИСа, 1960.

53. Добровольский Л.А., Хлебунов А.И. Картирование островной мерзлоты методом постоянного тока. М., "Известия высших учебных заведений. Геология и разведка", 1971.

54. Акимов А.Т. Вопросы теории и практики электроразведки мерзлых пород. В трудах ПНИИИСа Госстроя СССР. Геофизические методы исследований, т.VI. М., ПНИИИС Госстроя СССР, 1971.

55. Золотарев Г.С., Калинин Э.В. и др. Инженерно-геологическое изучение обвалов и других гравитационных явлений на горных склонах. М., Изд-во МГУ, 1969.

56. Инженерная гляциология. М., Изд-во МГУ, 1971.

57. Лавиноопасные районы Советского Союза. М., Изд-во МГУ, 1970.

58. Карты лавиноопасных районов Советского Союза. М., Изд-во МГУ, 1971.

59. Справочник по инженерной геологии. М., "Недра", 1970.

60. Гольдштейн М.Н., Туровская А.Н. и др. Методика инженерно-геологического обследования оползней на железных дорогах. В сб. "Вопросы геотехники", № 14.

Днепропетровский институт инженеров железнодорожного транспорта, 1969.

61. З о л о т а р е в Г.С., Ф е д о р е н к о В.С. и др. Макеты инженерно-геологических карт горно-складчатых областей для подземного и наземного (городского и дорожного) строительства и рекомендации по их составлению. Под редакцией Г.С.Золотарева. М., Изд-во МГУ, 1973.

62. Методические указания по поискам и разведке притрассовых земляных карьеров и месторождений балластных материалов и дренирующих грунтов. М., изд. ЦНИИСа, 1972.

63. Б о р к о в В.С., К о н ш и н а Л.П. Поиски и разведка месторождений строительных материалов геофизическими методами. М., "Недра", 1970.

64. Г о р е л и к А.М., М а к е е в З.А. Инженерно-геологические изыскания мостовых переходов. М., Трансжелдориздат, 1949.

65. Ш е к о А.И., Ч у р и н о в М.В. и др. Методическое руководство по комплексному изучению селей. Под ред. М.В.Чуринова и А.А.Шеко. М., "Недра", 1972.

66. Наставление по изысканиям и проектированию железнодорожных и автодорожных мостовых переходов через водотоки НИМП-72, М., "Транспорт", 1972.

67. П р и г о д а В.Я. Предложения по применению геофизических методов при инженерно-геологических исследованиях тоннельных участков. М., изд. ЦНИИСа, 1970.

68. С а в и ч А.И., К о п т е в В.И., Н и к и т и н В.Н., Я щ е н к о З.Г. Сейсмоакустические методы изучения массивов скальных пород. М., "Недра", 1969.

69. П р и г о д а В.Я. Методические указания по применению геофизических методов для обследования тоннельных участков, сложенных полускальными и нескальными породами. М., изд. ЦНИИСа, 1973.

70. Е р м а к о в И.Г. Инструкция на инженерно-геологическую документацию разведочных выработок и обнажений. Новосибирск, Сибгипротранс, 1968.

71. Руководство по геологической документации при инженерных изысканиях для строительства. М., Стройиздат, 1969.

72. Крестовская А.М., Малимова Г.В. Указания по контролю за качеством производства и по приемке инженерно-геологических работ ВНИД-18-73. М., Центральный трест инженерно-строительных изысканий Госстроя РСФСР,1973.

73. Инструкция о внутриведомственном контроле и приемке инженерно-геологических работ при инженерных изысканиях для строительства ВИ 29-68. Киев, Украинский Государственный институт по инженерным изысканиям.Госстрой УССР,1968.

74. Невельсон Д.С. Опыт применения ударной микропенетрации для определения консистенции глинистых грунтов.М.,Оргтрансстрой,1967.

75. Бондарик Г.К., Комаров Д.С., Ферронский В.И. Полевые методы инженерно-геологических исследований. М.,"Недра",1967.

76. Бондарик Г.К. Основы теории изменчивости инженерно-геологических свойств горных пород. М., "Недра",1971.

77. Каган А.А. Расчетные показатели физико-механических свойств грунтов. Назначение, методы определения. Л., Стройиздат,1973.

78. Горелик А.М., Дружинин М.К. Получение расчетных характеристик инженерно-геологических свойств грунтов для проектирования дорожных сооружений. В сб.:"Вопросы инженерной геологии и геофизики при изысканиях железных и автомобильных дорог", вып.59.М., изд. ЦНИИСа,1972.

79. Иванова И.Н. О рациональном количестве инженерно-геологических проб.М.,"Известия высших учебных заведений.Геология и разведка",1971,№6.

80. Зайдель А.Н. Элементарные оценки ошибок измерений.Л.,"Наука",1967.

81. Методика статистической обработки экспериментальных данных. М.,Институт горного дела им. А.А.Скочинского,1970.

82. Гольдштейн М.Н. Механические свойства

грунтов.М.,Стройиздат,1970,т.I,1971,т.2.

83. Сергеев Е.М., Зиангиров Р.С. и др.Методическое пособие по инженерно-геологическому изучению горных пород,т.I и II.Под редакцией Е.М.Сергеева.М., Изд-во МГУ,1968.

84. Ломтадзе В.Д. Методы лабораторных исследований физико-механических свойств горных пород.Л., "Недра",1972.

85. Решения и инструктивные указания совещания Гидропроекта по унификации методов исследования грунтов 18-21 марта 1964 г.Л.,Гидропроект,1964.

86. Друкинин М.К.,Чухрова А.Н. и др. Методические указания по инженерно-геологическим исследованиям глинистых грунтов при изысканиях дорог.М.,изд.ЦНИИСа. 1969.

87. Применение электронных вычислительных машин для обработки результатов компрессионных испытаний. "Proc. 4th Budapest conf. Soil Mech and Found bug ,1971.

88. Друкинин М.К. Основы инженерной геологии.М.,"Недра",1969.

89. Друкинин М.К. Указания по определению сопротивления грунтов сдвигу в скважинах.М.,изд.ЦНИИСа,1969.

90. Нейштадт Л.И. Методы геологического изучения трещиноватости горных пород при инженерно-геологических исследованиях.М.,Госэнергоиздат,1957.

91. Михайлов А.Е. Полевые методы изучения трещин в горных породах.М.,Госгеолтехиздат,1956.

92. Рац М.В., Чернышев С.Н. Трещиноватость и свойства трещиноватых горных пород.М.,"Недра",1970.

93. Коломенский Н.В. Методические указания по изучению процессов выветривания горных пород для инженерно-геологических целей.М.,Госгеолиздат,1952.

94. Ломтадзе В.Д. Основные положения и рекомендации по методике инженерно-геологических исследований оснований сооружений, сложенных элювиальными породами В сб.:"Вопросы инженерно-геологического изучения процессов и кор выветривания". М., Изд-во МГУ, 1971.

95. Ярг Л.А. Изменение физико-механических свойств пород при выветривании. М., "Недра", 1974.

96. Бродов Е.Ю., Горелик А.М., Дружинин М.К., Костров П.Е. Рекомендации по инженерно-геологическим исследованиям скальных пород для проектирования буровзрывных работ. М.,изд.ЦНИИСа,1966.

97. Плакхин М.Л. Методические указания по исследованию скальных массивов при изысканиях дорог.М., изд. ЦНИИСа, 1967.

98. Еликов Ф.И., Челидзе О.Н. Предложения по совершенствованию норм проектирования скальных выемок. М.,изд.ЦНИИСа, 1968.

99. Еликов Ф.И., Володин А.М., Яковлева Е.А. и др. Методические указания по проектированию земляного полотна (выемок) в легковыветривающихся скальных породах. М.,изд.ЦНИИСа,1974.

100. Методическое пособие по натурным методам механических испытаний горных пород. М., Всесоюзный научно-исследовательский маркшейдерский институт,1969.

101. Еликов Ф.И.,Яковлева Е.А., Пешков П.Г., Гольмаков В.Н. и др. Методические указания по оценке местной устойчивости откосов и выбору способов их укрепления в различных природных условиях. М.,изд.ЦНИИСа, 1972.

102. Пешков П.Г., Флорова А.Ф. и др. Методические рекомендации по проектированию земляного полотна железных дорог из набухающих грунтов.М.,изд.ЦНИИСа,1973.

103. Указания по проектированию производства работ при сооружении земляного полотна железных и автомобильных дорог способом гидромеханизации. М.,Главтранспроект, 1968.

104. Казарновский В.Д., Кузнецова Л.И. и др. Методические указания по инженерно-геологическому обследованию болот при изысканиях автомобильных и железных дорог. М.,Союздорнии,1973.

105. Васильев А.В., Ребрик Б.М. и др. Рекомендации по отбору, упаковке, транспортированию и

хранении образцов грунтов при инженерно-геологических изысканиях для строительства. М.,Стройиздат,1970.

106. Указания по полевым методам изучения грунтов для строительства СН 448-72, М.,Стройиздат,1974.

107. Дружинин М.К. Методические указания по инженерно-геологическим исследованиям для обоснования проектов дорожных сооружений, возводимых на слабых глинистых грунтах. М.,изд.ЦНИИСа,1967.

108. Абелев М.Ю.,Крестовская А.М. и др. Временные указания по инженерно-геологическим исследованию слабых водонасыщенных глинистых грунтов. М., Центральный трест инженерно-строительных изысканий Госстроя СССР,1967.

109. Викторов И.И., Казарновский В.Д. и др. Методические указания по проектированию земляного полотна на слабых грунтах.М.,Оргтрансстрой,1968.

110. Яковенко П.И. Инженерно-геологическая оценка закарстованной территории."Транспортное строительство",1968,№3.

111. Пушкарев В.В. и др. Рекомендации по проектированию зданий и сооружений в карстовых районах СССР. М.,ЦНИИС Госстроя СССР,1967.

112. Толмачев В.В. О методике количественной оценки природных факторов, влияющих на образование карстовых провалов. В трудах Московского института инженеров железнодорожного транспорта,вып.273.М.,"Транспорт",1968.

113. Лыкошин А.Г. Карст и гидротехническое строительство. М.,Стройиздат,1968.

114. Маслов Н.Н. Длительная устойчивость и деформации смещения подпорных сооружений.М.,"Энергия", 1968.

115. Гольдштейн М.Н., Бабицкая С.С. Мизюковский В.А. Методика испытаний грунтов на ползучесть и длительную прочность. В сб.:"Вопросы геотехники. Оползни и противооползневые сооружения. Механические свойства грунтов". Днепропетровский институт инженеров железнодорожного транспорта;1962,№5.

II6. Проект резолюции координационного совещания по вопросу:"Учет реологических свойств глинистых грунтов при проектировании подпорных сооружений".Л.,Изд-во ВНИИГ им.Б.Е.Веденеева,1966.

II7. Тер-Мартиросян З.Г., Ахпателов Д.М. Напряженное состояние высоких склонов. Труды ВНИИ гидрогеологии и инженерной геологии,вып.56, М.,1972.

II8. Кораблев А.А. Современные методы и приборы для изучения напряженного состояния массивов горных пород.М.,"Наука",1969.

II9. Золотарев Г.С., Каменнова Б.А. и др. Изучение напряженного состояния массива пород в инженерно-геологических целях..Под редакцией Г.С. Золотарева.М.,Изд-во МГУ,1968.

I20. Емельянова Е.П. О применении обратных расчетов для определения прочности горных пород. "Разведка и охрана недр",1965, № 4.

I2I. Емельянова Е.П. Основные закономерности оползневых процессов.М.,"Недра",1972.

I22. Тихвинский И.О. К методике использования обратных расчетов для оценки устойчивости оползневых склонов. В трудах ПНИИИСа Госстроя СССР. Современные геологические процессы в строительстве (теория и методы изучения), т.I6.М.,ПНИИИС Госстроя СССР,1972.

I23. Емельянова Е.П. Методическое руководство по стационарному изучению оползней.М.,Госгеолтехиздат,1956.

I24. Гулакян К.А. К методике стационарных исследований оползней с целью их прогноза.Труды ВНИИ гидрогеологии и инженерной геологии,вып.56.М.,1972.

I25. Емельянова Е.П., Розовский Л.Е. Прогноз устойчивости склонов. В сб.:"Инженерная геология в Государственном планировании".М.,"Наука",1968.

I26. Маслов Н.Н. Условия устойчивости склонов и откосов в гидроэнергетическом строительстве. М.,Гидроэнергоиздат,1955.

127. Шешеня Н.Л. Оценка устойчивости оползневых и обвальных склонов горноскладчатых областей методами природных аналогов."Гидротехническое строительство",1972, №10.

128. Хмелева Н.В. и др. О движении обломков осыпей (по данным фототеодолитной съемки). В сб.:"Вопросы географии", вып.85,М.,Изд-во МГУ,1971.

129. Золотарев Г.С. Основы методики инженерно-геологического изучения обвальных и осыпных склонов. В сб.:"Вопросы инженерной геологии",М., Изд-во МГУ,1970.

130. Куликов В.Г. Методические указания по испытанию вечномерзлых глинистых грунтов в полевых условиях.М.,изд.ЦНИИСа, 1969.

131. Пчелинцев А.М., Литвинов А.Я. и др. Руководство по определению физических, теплофизических и механических характеристик мерзлых грунтов. Под редакцией Р.М.Саркисяна, З.А.Нерсесовой и др. М.,Стройиздат 1973.

132. Кудрявцев В.А., Полтев Н.Ф. и др. Мерзлотный прогноз и методы его составления." П Международная конференция по мерзлотоведению. Доклады и сообщения",вып.6. Якутск, Сибирское отделение АН СССР,1973.

133. Лукьянов В.С., Цуканов Н.А. и др. Указания по методике прогноза изменения мерзлотно-грунтовых условий при строительстве и эксплуатации сооружений на трассе БАМ,М.,изд.ЦНИИСа,1975.

134. Руководство по прогнозированию температурного режима вечномерзлых грунтов с помощью ЭЦВМ.М.,Центральный трест инженерно-строительных изысканий Госстроя РСФСР, 1972.

135. Наседкин И.Ф., Перетрухин Н.А. и др. Технические указания по изысканиям, проектированию и постройке железных дорог в районах вечной мерзлоты ВСН 61-61.М.,Оргтрансстрой,1962.

136. Швецов Н.Ф., Бобов Н.Г. и др. Основы методики инженерно-геокриологических прогнозов при разведке месторождений твердых полезных ископаемых.М.,

"Недра",1973.

137. Левкович А.И. Указания по производству инженерно-геологических изысканий в районах распространения вечномерзлых грунтов РСН 31-69 Госстроя РСФСР, М., Центральный трест инженерно-строительных изысканий Госстроя РСФСР,1970.

138. Левкович А.И., Плюснин Б.А., Старицин А.П. Указания по производству инженерно-геологических изысканий для строительства инженерных коммуникаций в районах распространения вечномерзлых грунтов РСН 37-70 Госстроя РСФСР.М.,Центральный трест инженерно-строительных изысканий Госстроя РСФСР,1970.

139. Левкович А.И. Инженерно-геологические изыскания для строительства на вечномерзлых грунтах.М., Стройиздат,1974.

140. Пособие по проектированию оснований и фундаментов зданий и сооружений на вечномерзлых грунтах.М.,Стройиздат,1969.

141. Указания по проектированию населенных мест, предприятий зданий и сооружений в Северной климатической зоне СН 353-66. М.,Стройиздат,1967.

142. Технические указания по изысканиям, проектированию и разработке притрассовых карьеров для железнодорожного и автодорожного строительства ВСН 182-74. М.,Стройиздат,1974.

143. Бабенышев А.П. Составление геологических разрезов на ЭВМ.Труды Гидропроекта,вып.23. М.,1972.

144. Горелик А.М., Друкинин М.К. Применение прогрессивных методов инженерно-геологических исследований при изысканиях вторых путей. В сб.:"Вопросы инженерной геологии и геофизики при изысканиях железных и автомобильных дорог",вып.59. М.,изд.ЦНИИСа,1972.

145. Захаров М.С. Применение геологического подобия при анализе инженерно-геологических условий строительства."Основания,фундаменты и механика грунтов", 1969, №1.

146. Комаров И.С. Некоторые аспекты примене-

ния математики и вычислительной техники в инженерной геологии.Труды Гидропроекта,вып.23.М.,1972.

147. Дружинин М.К., Пригода В.Я. и др. Наставление по инженерно-геологическим изысканиям для проектирования вторых путей.М.,изд.ЦНИИСа,1972.

148. Ермаков И.Г. Руководство по инженерно-геологическим работам на мостовых переходах. Новосибирск, Сибгипротранс,1973.

149. Рекомендации по производству буровых работ при инженерно-геологических изысканиях для строительства.М., Стройиздат,1970.

150. Абрамов С.П., Васильев А.В., Ребрик Б.М. и др. О нормальном ряде грунтоносов для отбора монолитов грунтов из буровых скважин при инженерно-геологических изысканиях. В трудах ЦНИИИСа Госстроя СССР.Вопросы методики отбора монолитов грунтов из буровых скважин при инженерно-геологических изысканиях, т.9. М., ЦНИИИС Госстроя СССР, 1971.

151. Дружинин М.К. Воздухомер ЦНИИС."Почвоведение",1962,№5.

152. Технические условия и инструкции на производство инженерно-геологических изысканий для проектирования и строительства метрополитенов и горных железнодорожных тоннелей. М.,Транскелдориздат,1955.

153. Инструкция на тампонах разведочных и стационарных скважин, пробуренных в процессе проведения инженерно-геологических изысканий для строительства метрополитенов и горных тоннелей ВСН 162-69.М.,Главтранспроект,1969.

154. Инструкция по инженерным изысканиям для городского и поселкового строительства СН 211-62.М., Стройиздат,1962.

155. Акинфиев С.А., Дроздов С.В. и др. Указания по составлению инженерно-геологических карт масштабов 1:10000-1:5 000 для территории городов и поселков.М.,Центральный трест инженерно-строительных изысканий Госстроя РСФСР,1971.

156. Указания по проектированию оснований и фундамен-

тов зданий и сооружений, возводимых на насыпных грунтах. СН 360-66.М., Стройиздат;1967.

157. Кудрявцев В.А., Передельштейн Г.З., Романовский Н.Н. Приближенный метод определения средней годовой температуры грунта с учетом геотермического градиента по единовременному измерению температур в скважинах при мерзлотной съемке. В сб.:"Мерзлотные исследования",вып.IУ,М., Изд-во МГУ,1964.

158. Редозубов В.В. Геотермический метод исследования толщ мерзлых пород. М.,"Наука",1966.

159. Инструкция по инженерно-геологической документации строительных выемок при гидроэнергетическом строительстве Н 40-69.М.,"Энергия",1969.

160. Указания по проектированию антикоррозийной защиты строительных конструкций СН 262-67.М., Стройиздат, 1968.

161. Дружинин М.К. Указания по инженерно-геологическим исследованиям при изысканиях железных дорог в районах распространения лессовых грунтов.М.,изд.ЦНИИСа,1959.

162. Кригер Н.И., Быкова В.С. и др. Рекомендации по проведению инженерно-геологических изысканий в районах распространения лессов и лессовидных грунтов.М.,ПНИИИС Госстроя СССР,1968.

163. Кригер Н.И. Принципы назначения инженерных мероприятий при проектировании строительства на лессовых просадочных грунтах.М., ПНИИС Госстроя СССР,1971.

164. Сорочан Е.А. Временные указания по проектированию оснований и фундаментов зданий и сооружений, возводимых на набухающих грунтах СН 331-65.М., Стройиздат,1966.

165. Указания по проектированию земляного полотна железных и автомобильных дорог СН 449-72,М.,Стройиздат, 1973.

166. Плакхин М.Л. Методические указания по прогнозу влажности глинистых грунтов на годовой период. М.изд.ЦНИИСа,1973.

167. Определение глубины залегания грунтовых вод по

окраденности грунтов. LGA-Rundschau 1972,№2,72-75 (нем).

168. Применение методов математической статистики для анализа и прогноза уровня подземных вод.М., ВНИИгидрогеологии и инженерной геологии,1967.

169. Мелкова Е.Н., Розанов П.М. Методические указания по изысканиям подземных вод для железнодорожного водоснабжения.М.,Оргтрансстрой,1959.

170. Инструкция по проектированию. Признаки и нормы агрессивности воды - среды для железобетонных и бетонных конструкций СН 249-63.М.,Стройиздат,1964.

171. Чаповский Е.Г. Лабораторные работы по грунтоведению и механике грунтов.Изд.4-е.М.,"Недра",1975

172. Карминский А.Б., Туровская А.Я. и др. "Проектирование противооползневых мероприятий". Вопросы геотехники,вып.18.Кишинев."Картя молдовеняскэ", 1971.

173. Моченов Г.М., Титов В.П. Дефекты, повреждения и разрушения железнодорожного земляного полотна (классификация). М.,"Транспорт",1972.

174. Комаров И.С. Накопление и обработка информации при инженерно-геологических исследованиях.М., "Недра;1972.

175. Основные положения по восстановлению земель, нарушенных при разработке месторождений полезных ископаемых, проведении геологоразведочных,строительных и иных работ. Утверждены Госстроем СССР и др.30 июня 1971.

176. Гладков Н.А. Охрана природы в СССР. Л., Изд-во Ленинградского университета,1972.

Строительные нормы и правила (СНиП)

№ п/п	Шифр главы	Документ
177	П-А.2-62	Буквенные обозначения
178	П-А.3-62	Классификация зданий и сооружений. Основные положения проектирования.
179	П-А.6-72	Строительная климатология и геофизика

№ п/п	Шифр главы	Документ
180	П-А.10-71	Строительные конструкции и основания. Основные положения проектирования
181	П-А.12-69	Строительство в сейсмических районах. Нормы проектирования
182	П-А.13-69	Инженерные изыскания для строительства. Основные положения
183	П-А.14-71	Здания и сооружения на подрабатываемых территориях. Нормы проектирования
184	П-15-74	Основания зданий и сооружений. Нормы проектирования
185	П-Б.2-62	Основания и фундаменты зданий и сооружений на просадочных грунтах. Нормы проектирования
186	П-Б.5-67	Свайные фундаменты. Нормы проектирования
187	П-Б.6-66	Основания и фундаменты зданий и сооружений на вечномерзлых грунтах. Нормы проектирования
188	П-Д.1-62	Железные дороги колеи 1524 мм общей сети. Нормы проектирования
189	П-Д.2-62	Железные дороги колеи 1524 мм промышленных предприятий. Нормы проектирования
190	П-Д.5-72	Автомобильные дороги. Нормы проектирования
191	П-Д.7-62	Мосты и трубы. Нормы проектирования
192	П-Д.8-62	Тоннели железнодорожные и автодорожные. Нормы проектирования
193	П-И.3-62	Сооружения мелиоративных систем. Нормы проектирования
194	П-И.4-62	Плотины земляные насыпные. Нормы проектирования
195	П-И.5-62	Плотины земляные намывные. Нормы проектирования
196	П-Л.1-72	Жилые здания. Нормы проектирования
197	П-Л.2-72	Общественные здания и сооружения. Нормы проектирования
198	П-М.2-72	Производственные здания промышлен-

№ п/п	Шифр главы	Документ
		ных предприятий. Нормы проектирования
199	Ш-А.II-70	Техника безопасности в строительстве
200	Ш-Б.I-71	Земляные сооружения. Правила производства и приемки работ.
201	Ш-Б.3-62	Открытый водоотлив и искусственное понижение уровня грунтовых вод. Правила производства и приемки работ
202	Ш-Б.5-62	Стабилизация и искусственное закрепление грунтов.Правила организации и производства приемки работ

Сметные нормы на конструкции и виды работ (СНиП)

№ п/п	Шифр главы	Документ	Год утверждения Госстроем СССР
203	IУ-I0	Т.2,вып.I.Раздел - Земляные работы	I964
204	IУ-I0	Т.2,вып.2.Раздел - Горновскрышные работы	I964
205	IУ-I3	Т.2,вып.3. Буровзрывные работы	I964
206	IУ-I4	Т.2,вып.3.Искусственное водопонижение и осушение	I964
207	IУ-63	Т.3,вып.3. Временные здания и сооружения	I964
208	IУ-43	Т.5,вып.I. Железные дороги	I964
209	IУ-50	Т.8,вып.I. Горнопроходческие работы	I965
2I0	IУ-I6	Т.2,вып.3. Искусственное закрепление грунтов	I964

Инструкции, указания и технические условия по строительному проектированию, изданные в Стройиздате

№ п/п	Шифр документа	Документ
211	СН 266-63	Правила защиты подземных металлических сооружений от коррозии
212	СН 450-72	Указания по проектированию оснований и фундаментов на засоленных и сильнольдистых вечномерзлых грунтах
213	СН 325-65	Указания по проектированию сооружений для забора подземных вод
214	СН 200-62	Технические условия проектирования железнодорожных, автомобильных и городских мостов и труб
215	СН 296-64	Указания по проектированию городских транспортных и пешеходных тоннелей
216	СН 368-67	Указания по проектированию железных дорог колеи 1524 мм общей сети для движения пассажирских поездов со скоростями 121-160 км/ч
217	СН 210-62	Общие положения к инструкциям по инженерным изысканиям для основных видов строительства
218	СН 225-62	Инструкция по инженерным изысканиям для промышленного строительства (2-е изд., 1964 г.)
219	СН 234-62	Инструкция по инженерным изысканиям для линейного строительства
220	-	Сборник цен на проектные и изыскательские работы для строительства. Ч.I. Цены на изыскательские работы. М., Стройиздат, 1967
221	-	Единые нормы времени и расценки на проектно-изыскательские работы. Ч.I. Изыскательские работы для строительства, т.П. Инженерно-геологические изыскания. М., Стройиздат, 1972
222	-	Правила о договорах на выполнение проектных и изыскательских работ. М., Стройиздат, 1959
223	-	Инструкция о порядке составления смет на проектные и изыскательские

№ п/п	Шифр документа	Документ
		работы для строительства.М., Стройиздат,1970.
224	-	Указания по учету выполнения проектно-изыскательских работ в строительстве.М.,Стройиздат,1959.

225. Рац М.В., Погребисский М.И. и Чернышев С.Н. Рекомендации по изучению трещиноватости горных пород при инженерно-геологических изысканиях для строительства.М.,Стройиздат,1974.

Утвержденные Госстроем РСФСР,изданные Центральным трестом инженерно-строительных изысканий республиканские нормативные документы по инженерным изысканиям для строительства

№ п/п	Шифр документа	Документ
226	РСН 24-66	Временные указания по производству топографо-геодезических и инженерно-геологических изысканий, для объектов сельскохозяйственного строительства.
227	РСН 42-73	Указания по производству инженерно-геологических изысканий для проектов планировки и застройки городов и поселков в районах распространения вечномерзлых грунтов.
228	РСН 41-72	Указания по проектированию и устройству свайных фундаментов в районах распространения пластичномерзлых грунтов.
229	РСН 36-70	Указания по производству инженерно-геологических изысканий для строительства магистральных трубопроводов в районах распространения вечномерзлых грунтов.

№ п/п	Шифр документа	Документ
230	РТУ 180-68	Инструкция о порядке регистрации и выдаче разрешений на производство инженерно-геологических изысканий на территории Украинской ССР.

231. Дружинин М.К., Горшенин Ю.В., Невмянов Х.А. Методические рекомендации по инженерно-геологическим изысканиям железных дорог в районах распространения мощной коры выветривания сланцев. М., изд. ЦНИИСа, 1975.

232. Ермаков И.Г. О рациональной схеме инженерно-геологических исследований при железнодорожных изысканиях. В кн. "Вопросы инженерной геологии, оснований и фундаментов". Труды Новосибирского института инженеров железнодорожного транспорта, вып. 63. Новосибирск, 1967.

233. Инструкция по составлению и пополнению инженерно-геологической информационной перфокартотеки. Новосибирск, Сибгипротранс, 1970.

234. Солодухин М.А. Инженерно-геологические изыскания для промышленного и гражданского строительства. М., "Недра", 1975.

235. Инструкция по безопасному ведению работ при инженерно-геологических изысканиях, вып. 4 . Бурение самоходными и передвижными буровыми установками. М., изд. Производственного объединения "Стройизыскания" Госстроя РСФСР, 1974.

236. Основы мерзлотного прогноза при инженерно-геологических исследованиях. Под редакцией В.А.Кудрявцева. М., Изд-во МГУ, 1974.

237. Государственный стандарт СССР. Грунты. Метод статистической обработки результатов определения характеристик-ГОСТ 20522-75.

238. Втюрин Б.И. Подземные льды СССР. М., "Наука", 1975.

239. Вотяков И.И. Физико-механические свойства мерзлых и оттаивающих грунтов. Новосибирск, "Наука", 1975.

О Г Л А В Л Е Н И Е

ПРЕДИСЛОВИЕ 3
Часть I. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ 4
Глава I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ 4
Сооружения железных дорог, цели и задачи изысканий 4
Состав и последовательность выполнения работ разных видов 5
Стадии проектирования, этапы, назначение и содержание инженерно-геологических изысканий 6
Порядок проведения работ 7
Организационные формы выполнения изысканий I3
Техника безопасности и производственная санитария I4
Содержание и объемы работ в зависимости от особенностей инженерно-геологических условий I5
Степень изученности района и участков изысканий и объемы выполняемых работ . . . I9
Часть П. ИЗЫСКАНИЯ НОВЫХ ЛИНИЙ 20
Глава 2. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ РАБОТЫ, ВЫПОЛНЯЕМЫЕ ДЛЯ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО ОБОСНОВАНИЯ ВЫБОРА НАПРАВЛЕНИЯ НАМЕЧАЕМОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ 20
Исходные материалы и предварительный отбор вариантов 20
Полевые работы 22
Камеральные работы 23
Глава 3. ИЗЫСКАНИЯ ДЛЯ ВЫБОРА ПОЛОЖЕНИЯ ТРАССЫ НА СТАДИИ ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОЕКТА 24
Цель и задачи инженерно-геологических

изысканий и исходные материалы 24
Состав и планирование работ 25
Инженерно-геологические съемки 26
Обследования болот и залежей илов 28
Изыскания в районах распространения подвижных песков 29
Работы,проводимые в карстовых районах 30
Изыскания в зоне распространения многолетнемерзлых грунтов.Мерзлотная инженерно-геологическая съемка 32
Электроразведка в зоне вечной мерзлоты . . . 35
Изыскания для выбора оптимального положения трассы на склонах и косогорах 36
Поиски месторождений строительных материалов 38
Работы,выполняемые на вариантах мостовых переходов больших и средних рек 42
Обследование участков вариантов проектируемых тоннелей или заменяющих сооружений ... 44
Полевая инженерно-геологическая документация 47
Материалы,используемые в ходе проектных проработок 48

Глава 4. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗЫСКАНИЯ ПО ПРИНЯТОЙ ТРАССЕ ДЛЯ ОБОСНОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОЕКТА ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА 49

Исходные материалы и требования 49
Инженерно-геологические съемки 50
Работы,выполняемые на участках с несложными инженерно-геологическими условиями 53
Сферы воздействия земляного полотна на массив породы и выделение в них инженерно-геологических элементов 55
Необходимые объемы опробования и методика статистической обработки данных для получения обобщенного значения прямого показателя

свойств грунтов 58
Определение прочности грунтов 58
Испытания грунтов участков выемок, проектируемых в массивах с наклонно залегающими пластами и плоскостями трещиноватости пород 61
Изыскания на участках распространения скальных пород 61
Изучение массивов легко выветривающихся при вскрытии пород 65
Изыскания на участках распространения набухающих грунтов 66
Изыскания для проектирования дренажей 67
Изыскания для проектов гидромеханизированной разработки грунтов 69
Изыскания на участках распространения болот и залежей слабых отложений 69
Обследования участков скальных прижимов, отседающих и подмываемых берегов 75
Изыскания на участках растущих оврагов, угрожающих проектируемым земляному полотну и сооружениям 78
Работы на закарстованных участках 80
Изыскания на участках склонов 83
Особенности изысканий в зоне вечной мерзлоты 93
Разведка и опробование месторождений грунтов, ископаемых строительных материалов и скоплений отходов производств 109
Установление строительных групп грунтов и пород 112
Полевая документация и результативные материалы 113
Глава 5. ИЗЫСКАНИЯ НА УЧАСТКАХ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МАЛЫХ ИСКУССТВЕННЫХ СООРУЖЕНИЙ 115
Задачи и состав изысканий 115
Разведочные работы 116

Обследование наледных участков 121
Опробование грунтов и воды 122
Результативные материалы 123

Глава 6. ИЗЫСКАНИЯ МОСТОВЫХ ПЕРЕХОДОВ 124

Цели, задачи, исходные материалы и состав работ 124
Особенности инженерно-геологических условий и объемы работ 125
Изыскания на переходах со сложными инженерно-геологическими условиями 127
Опробование грунтов и воды 132
Режимные и стационарные наблюдения 135
Результативные материалы 136

Глава 7. ИЗЫСКАНИЯ НА УЧАСТКАХ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТОННЕЛЕЙ 138
Цели, задачи и состав планируемых работ 138
Особенности инженерно-геологических условий . 139
Разведочные работы 140
Опробование грунтов 145
Гидрогеологические работы 150
Температурные и мерзлотные наблюдения 151
Результативные материалы 152

Глава 8. РАБОТЫ, ВЫПОЛНЯЕМЫЕ НА ПЛОЩАДКАХ ПРОЕКТИРУЕМЫХ РАЗДЕЛЬНЫХ ПУНКТОВ И РАБОЧИХ ПОСЕЛКОВ 153
Особенности условий, задачи изысканий и исходные материалы 153
Инженерно-геологические съемки 154
Разведочные работы и опробование 155
Особенности изысканий в застроенной местности 158
Режимные температурные наблюдения 160
Прогноз изменения инженерно-геологических мерзлотных условий 163
Результативные материалы 164

Глава 9. ИЗЫСКАНИЯ ДЛЯ РАБОЧИХ ЧЕРТЕЖЕЙ 166
Область применения инженерно-геологических изысканий и исходные материалы 166
Изыскания на участках проектирования линейных сооружений 168
Работы на мостовых переходах 172
Изыскания на тоннельных участках 172
Изыскания на площадках проектируемых станций 173
Изыскания для проектирования на площадках станций пешеходных мостов, транспортных и пешеходных тоннелей, мачт прожекторного освещения 178
Результативные материалы 179
Глава 10. СВОДНЫЙ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ОТЧЕТ 181
Примерное содержание текста сводного отчета 182
Графические и табличные приложения 188
Часть II. ИЗЫСКАНИЯ ДЛЯ РЕКОНСТРУКЦИИ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ 190
Глава 11. ОСОБЕННОСТИ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ НА ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГАХ 190
Назначение изысканий 190
Особые условия и требования к изысканиям 191
Материалы, собираемые в период подготовки к полевым работам 192
Глава 12. ИЗЫСКАНИЯ НА УЧАСТКАХ РЕКОНСТРУКЦИИ ЛИНЕЙНЫХ СООРУЖЕНИЙ И РАЗДЕЛЬНЫХ ПУНКТОВ 194
Исходные материалы и состав работ 194
Содержание и объемы инженерно-геологических работ 196
Работы, выполняемые для возведения второго пролетного строения моста на существующих опорах 200

Работы на тоннельных участках 202
Результативные материалы 205
ГЛАВА 13. ИЗЫСКАНИЯ ДЛЯ ПРОЕКТА ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ ЛИНИИ 207
Исходные материалы, задачи изысканий и состав работ 207
Разведочные работы 208
Результативные материалы 211
ГЛАВА 14. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗЫСКАНИЯ ДЛЯ СОСТАВЛЕНИЯ РАБОЧИХ ЧЕРТЕЖЕЙ 212
Объекты изысканий и содержание работ 212
Камеральная обработка материалов 213
ЛИТЕРАТУРА 215
ПРИЛОЖЕНИЯ (см. вкладыш)
1. Условные обозначения к инженерно-геологическим чертежам
2. Карта инженерно-геологического районирования
3. Карта инженерно-геологических условий
4. Продольный инженерно-геологический профиль
5. Поперечники по земляному полотну с нанесенными геологическими данными.
6. Характеристика участка проектируемой индивидуально выемки в обводненном массиве
7. Характеристика участка проектируемой индивидуально насыпи на глубоком болоте
8. Колонка выработки
9. Учетная карточка инженерно-геологических работ Сибгипротранса (форма)
10. Использование свойств грунтов при изысканиях и проектировании сооружений и зданий железных дорог

Редактор Н.Г.Шкуренко, В.Т.Михайлов
Корректор О.Д.Сухова
Подп.к печ.12.IУ.76 г. Л 87006
Заказ 189. Объем 22,5 п.л.+7 вклеек.
Тираж 295 экз. Ротапринт ЦНИИСа

gost.e-ecolog.ru