МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

ИНСТРУКЦИЯ
ПО ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИМ ИЗЫСКАНИЯМ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И СТРОИТЕЛЬСТВА МЕТРОПОЛИТЕНОВ, ГОРНЫХ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ И АВТОДОРОЖНЫХ ТОННЕЛЕЙ

ВСН 190-78

МОСКВА 1978

gost.e-ecolog.ru

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

ИНСТРУКЦИЯ
ПО ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИМ ИЗЫСКАНИЯМ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И СТРОИТЕЛЬСТВА МЕТРОПОЛИТЕНОВ, ГОРНЫХ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ И АВТОДОРОЖНЫХ ТОННЕЛЕЙ

ВСН 190-78
Минтрансстрой

Утверждена Министерством транспортного строительства и согласована Государственным комитетом Совета Министров СССР по делам строительства

МОСКВА 1978

УДК [624.193/625.42:550.8] (083.9)

Редактор В. Т. МИХАЙЛОВ

© Центральный институт совершенствования технологии строительства, нормативных исследований и научно-технической информации в транспортном строительстве «Оргтрансстрой», 1978

ПРЕДИСЛОВИЕ

«Инструкция по инженерно-геологическим изысканиям для проектирования и строительства метрополитенов, горных железнодорожных и автодорожных тоннелей» разработана Государственным ордена Трудового Красного Знамени проектно-изыскательским институтом «Метрогипротранс» взамен «Технических условий и инструкций на производство инженерно-геологических изысканий для проектирования и строительства метрополитенов и горных железнодорожных тоннелей» (М., Трансжелдориздат, 1955) и «Дополнений и уточнений к ним» (М., Метрогипротранс, 1969).

Основная цель составления настоящей «Инструкции»—повышение требований к качеству материалов инженерно-геологических изысканий на всех стадиях проектирования метрополитенов и горных тоннелей.

В отличие от «Технических условий и инструкций» (М., Трансжелдориздат, 1955) настоящая «Инструкция» предусматривает как увеличение объемов, так и применение новых методов изысканий (полевые опытные работы, новые методы геофизических исследований, опытно-производственные работы).

Состав и объем изысканий приведены отдельно для метрополитенов мелкого и глубокого заложения, для горных тоннелей с глубиной заложения до 300 м и более 300 м.

Требования к объему и составу изысканий даны применительно к приведенным в «Инструкции» категориям сложности инженерно-геологических условий.

Учитывая специфику подземного строительства, в раздел 5 «Инженерно-геологические работы в процессе строительства метрополитенов и тоннелей» включены не только требования к составу и объему работ, но и ряд материалов методического характера (оценка трещиноватости и устойчивости грунтов, определение водопритоков и т. п.).

«Инструкция» составлена канд. техн. наук В. А. Квашниным и канд. геолого-минералогических наук Г. Н. Сазоновым при участии инженеров А. А. Дудаева, В. В. Котова, Л. С. Крымовой, И. Н. Шубина и канд. техн. наук И. В. Маковского.

Проект «Инструкции» был рассмотрен комиссией, образованной распоряжением Главтранспроекта от 28 февраля 1977 года № 3002/39.

«Инструкция» согласована отделом технического нормирования и стандартизации Госстроя СССР письмом от 22 февраля 1978 года № 1-713.

Замечания и предложения по «Инструкции» просьба направлять по адресу: 113054, Москва, Новокузнецкая, 43/16, Государственный проектно-изыскательский институт «Метрогипротранс».

Главный инженер Метрогипротранса В. А. АЛИХАШКИН

Начальник технического отдела В. В. КОТОВ

	Ведомственные строительные нормы	ВСН 190-78 Минтрансстрой
Министерство транспортного строительства	Инструкция по инженерно-геологическим изысканиям для проектирования и строительства метрополитенов, горных железнодорожных и автодорожных тоннелей	Взамен «Технических условий и инструкций на производство инженерно-геологических изысканий для проектирования и строительства метрополитенов и горных железнодорожных тоннелей» (М., Трансжелдориздат, 1955) и «Дополнений и уточнений к ним» (М., Метрогипротранс, 1969)

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Настоящая инструкция составлена в развитие главы СНиП по инженерным изысканиям для строительства и устанавливает объем, состав и содержание инженерно-геологических изысканий для обоснования проектов строительства метрополитенов, горных железнодорожных и автодорожных тоннелей и других подземных сооружений, которые проектирует и строит Министерство транспортного строительства.

1.2. Инженерно-геологические изыскания для обоснования подземного строительства следует осуществлять с полнотой, достаточной для оценки условий строительства и разработки прогнозов взаимодействия геологической среды с подземными сооружениями.

1.3. Инженерно-геологические изыскания должны выполняться по программе, утвержденной руководством изыскательской или проектно-изыскательской организации и согласованной с заказчиком. Программа изысканий составляется на основании имеющихся фондовых материалов и литературных источников, а также рекогносцировочного обследования района и определяет состав, объем, содержание, способы и сроки производства изыскательских работ.

В процессе производства полевых работ в зависимости от результатов изысканий в программу могут быть внесены изменения.

Внесены Государственным ордена Трудового Красного Знамени проектно-изыскательским институтом «Метрогипротранс»	Утверждены Минтрансстроем 11 мая 1978 г.	Срок введения в действие—1 октября 1978 г.

1.4. В результате проведения изысканий и исследований должны быть установлены и оценены:

географическое положение и транспортные связи района строительства, орография и гидрография, климатические условия, наличие строительных материалов;

геологическое строение (стратиграфия, литология), геоморфология, тектоника;

гидрогеологические условия (наличие и характер водоносных горизонтов, направление и скорость движения подземных вод, фильтрационные свойства водоносных грунтов, водопритоки в горные выработки, химический состав подземных вод и степень агрессивности их по отношению к материалу обделки сооружения, ожидаемое гидростатическое давление на конструкции сооружения, режим подземных вод);

геологические процессы и явления: карст, древние и современные эрозионные процессы, оползни, сели, курумы, просадочность, выветривание, суффозия;

складчатые и разрывные нарушения, трещиноватость, сейсмичность;

газоносность (состав, характер и степень проявления);

геокриологические условия;

гранулометрический и химико-минералогический состав грунтов с определением содержания свободной двуокиси кремния;

характеристика водно-физических, физико-механических и теплофизических свойств грунтов;

температуры грунтов и подземных вод.

1.5. При проведении инженерно-геологических изысканий особое внимание должно обращаться на выявление:

зон и поверхностей ослабления в массиве, в которых породы отличаются значительно более низкими прочностными свойствами по сравнению с окружающими породами (крупные тектонические нарушения, прослои пластичных глин, прослои водонасыщенных песчано-глинистых отложений и др.);

зон с высокими фильтрационными свойствами грунтов и высоким гидростатическим напором;

грунтов и подземных вод с высокой степенью агрессивности к материалам конструкций;

сред взрывоопасных и оказывающих вредное влияние на здоровье людей (высокая температура, газоносность, радиоактивность и др.).

При изучении неблагоприятных для строительства зон должны быть установлены их характер, границы распростране-

ния, размеры, интенсивность развития, влияние на условия строительства и работу сооружения.

1.6. С особой детальностью должны быть изучены инженерно-геологические условия в зоне подземного сооружения, под которой понимается толща грунтов на 30—40 м выше и на 8—10 м ниже лотка сооружения, а при отсутствии выше свода устойчивых грунтов—вся толща грунтов от поверхности земли до отметок на 8—10 м ниже лотка сооружения.

1.7. При нескольких вариантах размещения подземного сооружения в плане и профиле инженерно-геологические изыскания выполняются в полном объеме для каждого из конкурентоспособных вариантов.

1.8. Инженерно-геологические изыскания выполняются в три стадии, соответствующие технико-экономическому обоснованию, техническому проекту и рабочим чертежам. В период строительства подземных сооружений должны проводиться контрольные инженерно-геологические работы с составлением документации строительных котлованов, выемок и горных выработок для проверки правильности и обоснованности выводов, содержащихся в отчетах по инженерно-геологическим изысканиям, а также получения дополнительных данных для уточнения или изменения, в необходимых случаях, принятых в проекте способов производства работ и конструкций с целью обеспечения безопасности их выполнения, требуемой прочности и долговечности сооружений.

1.9. Инженерно-геологические работы в горных выработках в период строительства метрополитенов осуществляются инженерами-геологами проектно-изыскательской организации, а в период строительства горных транспортных тоннелей—инженерами-геологами проектно-изыскательской организации.

1.10. По степени сложности инженерно-геологических условий выделяются простые условия, средней сложности и сложные.

Категория сложности инженерно-геологических условий устанавливается по табл. 1.

1.11. Инженерно-геологические изыскания должны состоять из сбора, систематизации и обобщения материалов изысканий прошлых лет, инженерно-геологической рекогносцировки, инженерно-геологической съемки с применением методов аэрофотосъемки (для горных тоннелей) и инженерно-геологической разведки.

На участках строительства, наиболее сложных в инженерно-геологическом отношении, рекомендуется производить опытно-производственные работы и моделирование.

Таблица 1

Группа факторов	Категории сложности инженерно геологических условий и их характеристика		
	I (простая)	II (средней сложности)	III (сложная)
Геоморфологическая	Площадка (участок трассы) располагается в пределах одного геоморфологического элемента	Площадка (участок трассы) располагается в пределах нескольких элементов одного генезиса	Площадка (участок трассы) располагается в пределах нескольких геоморфологических элементов разного генезиса
	Поверхность горизонтальная или слабо наклонная, нерасчлененная	Поверхность наклонная, слабо расчлененная	Поверхность неровная, сильно расчлененная
Геологическая (в сфере взаимодействия сооружений с геологической средой)	Не более двух различных по литологии слоев, залегающих горизонтально или слабо наклонно (уклон не более 0,1)	Не более четырех различных по литологии слоев, залегающих горизонтально, наклонно или с выклиниванием	Более четырех различных по литологии слоев, залегающих горизонтально, наклонно или с выклиниванием
	Мощность слоев выдержана по простиранию	Мощность слоев изменяется по простиранию закономерно	Мощность слоев резко изменяется по простиранию; линзовидное залегание грунтов
	Показатели физико-механических свойств грунтов в пределах каждого слоя изменяются незначительно и незакономерно в плане и по глубине	Показатели физико-механических свойств грунтов в пределах каждого слоя закономерно изменяются в плане и по глубине	Показатели физико-механических свойств грунтов в пределах каждого слоя резко изменяются в плане и по глубине закономерно или незакономерно
	Скальные грунты залегают с поверхности или перекрыты маломощным слоем нескальных грунтов	Скальные грунты имеют неровную кровлю и перекрыты нескальными грунтами	Скальные грунты имеют сильно расчлененную кровлю и перекрыты нескальными грунтами
Гидрогеологическая (в сфере взаимодей-	Подземные воды отсутствуют или имеется выдержанный	Два или более горизонта подземных вод, выдержанных	Горизонты подземных вод не выдержаны по простира-

ствия сооружений с геологической средой)	горизонт грунтовых вод с однородным химическим составом	по мощности и простиранию, обладающих неоднородным химическим составом и напором	нию и мощности, с неоднородным химическим составом. Местами сложное чередование водоносных и водоупорных пород Напоры подземных вод изменяются по простиранию
Физико-геологических процессов и явлений, отрицательно влияющих на условия строительства и эксплуатации сооружений	Физико-геологические процессы и явления отсутствуют	Физико-геологические процессы и явления имеют ограниченное распространение	Физико-геологические процессы и явления имеют широкое распространение

Примечание. Категорию сложности инженерно-геологических условий следует устанавливать, как правило, по совокупности факторов, указанных в таблице для соответствующей категории. Если какой-либо отдельный фактор относится к более высокой категории сложности и является определяющим при разработке основных строительных решений, то сложность условий следует устанавливать по этому фактору.

В этом случае следует увеличивать объемы или дополнительно предусматривать только те виды работ, которые необходимы для обеспечения выяснения влияния на проектируемые сооружения именно этого фактора.

1.12. Изыскания в порядке последовательности выполнения должны осуществляться в три периода: подготовительный, полевой и камеральный.

В подготовительный период собираются, изучаются и обобщаются имеющиеся фондовые и литературные материалы по району изысканий, составляются программы и сметы, оформляются договоры на изыскания, создаются полевые подразделения (экспедиции, партии, отряды).

В полевой период выполняются предусмотренные программой полевые работы, а также часть камеральных и лабораторных работ, необходимых для корректировки программы изысканий и выдачи предварительных материалов для проектирования.

В камеральный период обрабатываются материалы изысканий, завершаются лабораторные работы, составляются, оформляются, выпускаются, сдаются заказчику и в фонды отчетные материалы.

1.13. Инженерно-геологическая рекогносцировка должна производиться до составления программы изысканий и включать осмотр района проектируемого сооружения, выявление активных физико-геологических процессов, осмотр и документацию естественных обнажений и существующих выработок, определение условий производства различного вида инженерно-геологических работ.

1.14. При проходке разведочных выработок отбираются образцы грунта для составления документации, лабораторных исследований и эталонной коллекции.

Образцы грунтов, отбираемые для составления документации, после контрольного просмотра геологами следует уничтожать.

Необходимость более длительного хранения образцов грунта обуславливается программой изысканий.

1.15 Разведочные скважины, заложенные в процессе изысканий, подлежат обязательной ликвидации специальным тампонажем или засыпкой грунтом в соответствии с «Инструкцией на тампонаж разведочных и стационарных скважин, пробуренных в процессе проведения инженерно-геологических изысканий для строительства метрополитенов и горных тоннелей» (ВСН 162-69) Минтрансстроя (М., Оргтрансстрой, 1970).

1 16. Выработки, предназначенные для стационарных наблюдений, после окончания строительства необходимо передавать организациям, эксплуатирующим сооружения, или гидрогеологическим режимным станциям.

1.17. Инженерно-геологическая съемка для проектирова-

ния подземного сооружения в условиях городской застройки, как правило, не производится.

Для обоснования проектирования подземного сооружения в горных условиях инженерно-геологическая съемка является основным видом инженерно-геологических работ к технико-экономическому обоснованию.

Инженерно-геологическая съемка должна производиться на площади, в пределах которой размещаются все намеченные варианты подземного сооружения, и достаточной для выяснения геологического строения.

1.18. В состав инженерно-геологической разведки входят:

проходка горных выработок;

геофизические исследования;

полевые опытные и опытно-фильтрационные работы;

лабораторные исследования грунтов и подземных вод;

камеральные работы.

1.19. Основным видом инженерно-геологической разведки являются буровые работы.

Глубина и число разведочных выработок должны быть достаточными для освещения инженерно-геологических условий зоны подземного сооружения.

В тех случаях, когда в этих пределах будут встречены неустойчивые грунты, отдельные скважины углубляются до вскрытия устойчивых грунтов для построения гипсометрического плана кровли устойчивых грунтов. Число скважин, вскрывающих устойчивые грунты, должно быть достаточным для построения карты кровли устойчивых грунтов в гипсометрических отметках.

1.20. Способ бурения, тип бурового станка и буровых наконечников зависят от глубины скважины и ее назначения, диаметра бурения, характера проходимых пород и условий проведения работ.

Скважины должны буриться с разделением водоносных горизонтов и восстановлением уровней воды всех горизонтов.

Разведочные скважины в толще песчаных, крупнообломочных и глинистых грунтов необходимо бурить с отбором образцов послойно, но не реже чем через 1 м, в толще скальных и полускальных грунтов—со сплошным отбором керна.

Гидрогеологические скважины должны буриться ударно-канатным или вращательным способом без применения для промывки глинистого раствора.

1.21. На все разведочные выработки следует составить точную документацию, кроме того, должны быть занивелированы устья выработок и определены их координаты.

При проходке разведочных выработок следует обращать особое внимание на своевременное выявление смены грунтов, водоносных горизонтов (появление воды и установление уровня), интервалов повышенной влажности и качественный отбор проб грунтов и подземных вод для лабораторных исследований.

1.22. Геофизические исследования следует выполнять в комплексе с другими видами работ (горно-буровыми, полевыми, опытными и лабораторными) для решения следующих задач:

установление мощности четвертичных отложений;

выявление и оконтуривание погребенных долин размывов;

установление мощности зон выветривания;

выявление и оконтуривание трещиноватых зон и зон закарстованных грунтов;

исследование условий залегания и распространения подземных вод, определение направления и скорости их движения;

установление границ мерзлых грунтов.

1.23. Применение и выбор геофизических методов в каждом отдельном случае должны определяться программой изысканий.

1.24. Полевые опытные работы следует применять на участках мелкого заложения сооружений для определения степени неоднородности состава и состояния грунтовых толщ, сопротивления грунтов сжимающим и сдвигающим усилиям, типа грунтовых условий по просадочности.

Полевые опытные работы по определению свойств грунтов должны выполняться в комплексе с лабораторными исследованиями.

1.25. В опытные работы для определения коэффициента фильтрации и уровнепроводности (пьезопроводности), водоотдачи, удельного водопоглощения, направления и скорости движения подземных вод должны включаться опытные кустовые и одиночные откачки, наливы и нагнетания, расходометрия и резистивиметрия, индикаторные опыты.

Опытные фильтрационные работы следует проводить на участках залегания уровня подземных вод выше лотка сооружения. Результаты этих работ служат основой для определения водопритоков в горные выработки и проектирования искусственного водопонижения и дренажа.

1.26. Должны производиться следующие лабораторные определения физико-механических свойств и состава грунтов:

для скальных и полускальных грунтов—временное сопро-

тивление грунтов одноосному сжатию в сухом и водонасыщенном состояниях, объемный и удельный вес, модуль упругости, скорость распространения продольных и поперечных сейсмических волн, петрографический состав, химический состав, количество воднорастворимых солей и степень растворимости;

для крупнообломочных несцементированных грунтов—гранулометрический и петрографический составы;

для песчаных несцементированных грунтов—гранулометрический состав, объемный и удельный вес, влажность, количество растительных остатков, минералогический состав, угол естественного откоса, коэффициент фильтрации;

для глинистых грунтов—влажность, пластичность, объемный и удельный вес, гранулометрический состав, сопротивление сдвигающим усилиям, модуль деформации и модуль осадки, набухаемость, относительная просадочность для макропористых грунтов, количество растительных остатков.

1.27. Технические отчеты по каждой стадии инженерно-геологических изысканий должны содержать материалы, необходимые для выполнения проектных работ на соответствующей стадии проектирования. В технических отчетах основное внимание должно быть уделено вопросам, определяющим условия подземного строительства: устойчивость грунтов, их трещиноватость и степень обводненности, крепость, абразивность, возможные газопроявления, содержание свободной кремнекислоты, агрессивность подземных вод и т. п.

1.28. При развитии в районе строительства современных геологических и инженерно-геологических процессов в отчете об инженерно-геологических изысканиях должны быть приведены данные:

о литологическом типе, распространении, характере и интенсивности развития карста в районах его распространения;

о типе грунтовых условий по просадочности, мощности лёссовидных толщ и мощности просадочной толщи при распространении макропористых грунтов;

о степени селеопасности и лавиноопасности, путях движения, периодичности, объемах и динамике возможных селевых потоков и лавин;

о развитии мерзлотных явлений, распространении и условиях залегания многолетнемерзлых грунтов, их температурном режиме, составе и строении, явлениях, связанных с сезонным и многолетним промерзанием и оттаиванием;

о типе, состоянии и распространении оползней в районах их развития;

о степени сейсмичности и возможных неотектонических движениях.

1.29. Устанавливаются следующие сроки хранения материалов изысканий:

технические отчеты и записки к проектам со всеми графическими приложениями—без ограничения сроков хранения;

промежуточные отчеты, полевая техническая документация—до окончания строительства.

При производстве изысканий на территории городов документация на тампонаж разведочных скважин должна сохраняться постоянно.

2. ИЗЫСКАНИЯ К ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОМУ ОБОСНОВАНИЮ

2.1. Целью изысканий к технико-экономическому обоснованию является получение инженерно-геологических сведений для разработки принципиальных решений по расположению подземных сооружений в плане и профиле, для выбора способов производства работ, конструкций обделки и определения стоимости строительства.

Метрополитены

2.2. В инженерно-геологические изыскания к технико-экономическому обоснованию должны включаться бурение разведочных скважин, полевые опытные и опытно-фильтрационные работы, геофизические исследования, лабораторные исследования грунтов и подземных вод и камеральные работы.

2.3. По глубине заложения выделяются следующие линии метрополитена:

глубокого заложения, лоток сооружений которых располагается на глубине 20 м и более;

мелкого заложения, лоток сооружений которых располагается на глубине менее 20 м.

2.4. Число разведочных буровых скважин на 1 км линии должно приниматься:

для метрополитенов мелкого заложения—три-четыре в простых условиях, пять-семь в условиях средней сложности и 8—10 в сложных условиях;

для метрополитенов глубокого заложения—две-три в простых условиях, четыре-пять в условиях средней сложности и шесть-семь в сложных условиях.

2.5. Объем опытно-фильтрационных работ для каждого водоносного горизонта на 1 км линии метрополитена принимается:

при опробовании водоносного горизонта, сложенного рыхлыми грунтами,—одна-две опытные кустовые откачки;

при опробовании водоносного горизонта, сложенного скальными и полускальными грунтами,—две-три опытные одиночные откачки (налива) с осуществлением расходометрии и резистивиметрии.

При наличии в разрезе водоносного горизонта значительной мощности, сложенного трещиноватыми скальными и полускальными грунтами, вместо наливов и одиночных откачек производятся поинтервальные нагнетания.

2.6. Полевые опытные работы по определению физико-механических свойств грунтов должны применяться на участках мелкого заложения подземных сооружений. В них включаются статическое и динамическое зондирование, крыльчатое зондирование, прессиометрия, опытное замачивание в шурфах.

2.7. Лабораторные исследования физико-механических свойств грунтов должны производиться в объеме, необходимом для классификации грунтов и общей оценки их состояния в пределах зоны подземного сооружения.

2.8. Число лабораторных исследований проб грунта для одного слоя принимается:

классификационных показателей—20—30 определений;

консистенции глинистых и плотности песчаных грунтов—20—30 определений;

прочностных свойств—6—7 определений;

деформационных свойств—6—7 определений.

Для определения химического состава подземных вод необходимо исследовать три-четыре пробы из каждого водоносного горизонта.

2.9. Объем геофизических исследований для определения мощности четвертичных отложений и коры выветривания, оконтуривания погребенных долин определяется программой изысканий исходя из возможности применения тех или иных методов в условиях городской застройки, наличия подземных коммуникаций и т. п.

В отдельных скважинах, пройденных в скальных и полускальных грунтах (без обсадки), должен производиться электрический, сейсмический и ультразвуковой каротаж.

2.10. В результате камеральных работ должны быть составлены:

карта фактического материала в масштабе 1 : 2000;

карта кровли коренных грунтов в масштабе 1 : 2000;

геолого-литологические разрезы (колонки) разведочных скважин в масштабе 1 : 100;

инженерно-геологические разрезы по оси трассы в масштабе—горизонтальный 1 : 2000 и вертикальный 1 : 200;

ведомости лабораторных и полевых исследований свойств грунтов;

графики и расчеты опытных откачек;

отчет об инженерно-геологических изысканиях.

2.11. Отчет об инженерно-геологических изысканиях должен содержать сведения об объеме и характере изыскательских работ с указанием, кем и когда они выполнены, о геоморфологии, геологическом строении (стратиграфия, литология), тектонике, гидрогеологических условиях (наличие водоносных горизонтов и их характер, положение уровней воды, фильтрационные свойства грунтов), физико-механических свойствах грунтов, инженерно-геологических условиях строительства с общими рекомендациями по способам производства работ.

Горные железнодорожные и автодорожные тоннели

2.12. На стадии разработки технико-экономического обоснования крупномасштабная инженерно-геологическая съемка является основным видом изысканий в горной местности и должна производиться в масштабе 1 : 25000—1 : 10000 для простых и средней сложности инженерно-геологических условий и 1 : 10000—1 : 5000 для сложных инженерно-геологических условий.

2.13. В состав крупномасштабной инженерно-геологической съемки должны входить следующие виды работ:

дешифрирование аэрофотоматериалов и проведение аэровизуальных наблюдений;

описание местности по маршрутам;

геофизические исследования;

проходка горных выработок, в том числе буровых скважин;

полевые опытные работы;

лабораторные работы;

камеральная обработка материалов, составление карт, разрезов и отчета.

2.14. Направление маршрутов при описании местности должно обеспечить пересечение основных геоморфологических и геологических границ и их прослеживание на местности.

2.15. Инженерно-геологическая съемка должна выполняться на топографической основе того же масштаба, что и масштаб съемки.

2.16. Метод (или комплекс методов) проведения геофизи-

ческих работ должен выбираться в зависимости от необходимости и возможности решения конкретных задач, возникших при выполнении инженерно-геологической съемки.

Геофизические исследования следует начинать с выполнения параметрических замеров удельных электрических сопротивлений и скоростей прохождения упругих волн на характерных образцах, изучения геологического разреза у опорных скважин и обнажений с целью получения надежных эталонов для интерпретации последующих измерений.

2.17. Вид горных выработок (канавы, расчистки, шурфы, скважины) и способ их проходки следует выбирать в зависимости от состава и состояния вскрываемых грунтов и глубины выработки.

Количество выработок назначается в зависимости от обнаженности площади съемки.

2.18. Горные выработки и буровые скважины должны проходиться с целью:

установления геологического разреза;

установления условий залегания грунтов;

изучения сложения грунтов, в том числе мерзлых;

изучения водного и температурного режимов грунтов;

отбора образцов грунтов и проб воды для лабораторных исследований;

производства опытно-фильтрационных работ;

выявления и оконтуривания зон проявления физико-геологических процессов;

обоснования интерпретации геофизических работ.

2.19. Горные выработки следует располагать по створам, ориентированным по направлению съемочных маршрутов. Расстояние между створами и расстояние между выработками в створе в зависимости от местных условий определяется программой изысканий.

2.20. На каждом предполагаемом портальном участке должны буриться разведочные скважины—одна-две для съемки масштаба 1 : 10000—1 : 25000 и две-три для съемки масштаба 1 : 5000 с расположением их по поперечнику.

2.21. Число отобранных образцов грунтов на лабораторные исследования для определения классификационных показателей должно быть не менее 6 из каждого слоя (петрографического типа грунтов).

2.22. При камеральной обработке материалов крупномасштабной инженерно-геологической съемки должны составляться:

инженерно-геологическая карта и карта фактического

материала. При необходимости в том же масштабе составляются геоморфологическая и гидрогеологическая карты, карта распространения физико-геологических процессов и явлений и карта—срез на уровне заложения сооружений;

геолого-литологические разрезы (колонки) горных выработок и буровых скважин в масштабе 1 : 100—1 : 200;

инженерно-геологические разрезы по оси тоннеля в масштабе—горизонтальный 1 : 5000 или 1 : 10000 и вертикальный 1 : 500 или 1 : 1000;

отчет об инженерно-геологической съемке.

2.23. В тексте отчета должны содержаться следующие главы: введение; физико-географический очерк; геологическое строение; геоморфология; гидрогеологические условия; инженерно-геологические условия; месторождения строительных материалов; выводы и предложения.

Вместо главы «Инженерно-геологические условия» допускается составление следующих самостоятельных глав: «Инженерно-геологическая характеристика грунтов», «Физико-геологические процессы», «Инженерно-геологическое районирование территории».

2.24. Текст отчета должен быть кратким и содержать основные сведения, необходимые для обоснования проектных решений, в том числе:

прогноз естественного развития физико-геологических процессов и явлений;

предварительный прогноз развития инженерно-геологических процессов под воздействием строительства тоннеля;

рекомендации по методам и способам производства горнопроходческих работ.

3. ИЗЫСКАНИЯ К ТЕХНИЧЕСКОМУ ПРОЕКТУ

3.1. Изыскания для разработки технического проекта должны детально освещать инженерно-геологические условия строительства подземного сооружения с целью окончательного размещения сооружения в плане и по глубине, выбора наиболее эффективных способов проходки, типов временного крепления и постоянной обделки, а также давать возможность прогнозировать развитие и масштабы процессов, отрицательно влияющих на условия строительства и эксплуатации подземных сооружений.

3.2. Основой для изысканий к техническому проекту является утвержденное технико-экономическое обоснование строительства линии метрополитена, горного тоннеля или другого подземного сооружения.

3.3. В комплекс инженерно-геологических изысканий к техническому проекту должны включаться следующие виды работ:

бурение разведочных скважин;

опытно-фильтрационные работы;

полевые опытные работы;

гидрогеологические режимные наблюдения;

лабораторные исследования грунтов и подземных вод;

геофизические исследования;

камеральные работы.

3.4. Число разведочных скважин на 1 км линии в дополнение к пробуренным на стадии технико-экономического обоснования должно составлять:

для метрополитенов мелкого заложения 8—10—для простых условий, 10—20—для условий средней сложности и 20—50—для сложных условий;

для метрополитенов глубокого заложения до 10 скважин—для простых условий и до 20—для условий средней сложности. В сложных условиях число разведочных скважин не ограничивается и определяется программой изысканий.

3.5. Для отдельных сооружений метрополитена число разведочных скважин должно приниматься:

для станций—до 6 скважин на одну станцию;

для вестибюлей—до 5 скважин на один вестибюль;

для стволов шахт—до 3 скважин на один ствол;

для наклонных эскалаторных тоннелей—до 5 скважин на один тоннель.

При изысканиях для проектирования депо разведочные скважины должны буриться под каждое сооружение (административно-бытовой корпус, производственные цеха, мотодепо и т. п.).

3.6. Полевые опытные работы по определению свойств грунтов должны выполняться для метрополитенов мелкого заложения, а также для отдельных сооружений метрополитена—вестибюлей, депо и др.

Полевыми методами испытываются все литологические разности грунтов от поверхности земли до глубины 5—6 м ниже лотка сооружения.

3.7. На участках, где уровень подземных вод залегает выше лотка сооружения, должны производиться опытно-фильтрационные работы. Для проектирования водопонижения объем опытно-фильтрационных работ на 1 км трассы тоннелей принимается (для каждого водоносного горизонта): для про-

стых условий—одна-две опытные кустовые откачки; для условий средней сложности—три-четыре опытные кустовые откачки и для сложных условий—пять-шесть опытных кустовых откачек.

Для определения водопритоков в горные выработки из скальных и полускальных грунтов объем опытно-фильтрационных работ на 1 км линии метрополитена следует принимать:

опытных кустовых откачек—две;

опытных одиночных откачек (наливов)—две.

Для определения водопритоков в ствол шахты должно производиться по одной опытной кустовой откачке из каждого водоносного горизонта, пересекаемого стволом шахты.

При значительной мощности водоносных горизонтов вместо опытных откачек должны осуществляться опытные поинтервальные нагнетания воды в скважины в зоне тоннеля.

Для определения изменения фильтрационных свойств водоносных грунтов в разрезе в опытных скважинах при откачке или наливе следует производить расходометрию.

3.8. При проектировании искусственного замораживания для определения направления и скорости движения подземных вод следует применять резистивиметрию, метод заряженного тела и индикаторные опыты, а также поинтервально замерять температуру подземных вод.

3.9. Для изучения режима подземных вод из числа разведочных скважин должны оборудоваться стационарные скважины из расчета не менее одной на 1 км длины тоннелей на каждый водоносный горизонт в пределах зоны подземного сооружения.

Стационарные наблюдения за режимом подземных вод производятся с целью установления: взаимосвязи подземных вод с водами поверхностных водотоков, открытых водоемов и других водоносных горизонтов; данных о положении уровня подземных вод на различные периоды года; скорости и направления потока; изменения химического состава подземных вод.

Замеры должны производиться один-два раза в месяц.

3.10. Геофизические исследования следует применять в комплексе с буровыми работами для решения следующих задач:

оконтуривание погребенных долин размывов в полосе шириной до 100 м в каждую сторону от трассы;

выявление погребенных форм карстового рельефа и зон повышенной трещиноватости.

В буровых разведочных скважинах необходимо производить комплекс каротажных исследований для определения

участков трещиноватости, мест притока воды в скважины, направления и скорости движения подземных вод.

3.11. Лабораторные исследования проводятся с целью получения характеристик состава, физико-механических и теплофизических свойств грунтов, состава и свойств подземных вод, изучения закономерностей изменения состава и свойств грунтов и подземных вод в пространстве в пределах зоны подземного сооружения. Число определений каждой характеристики грунта для каждого слоя (инженерно-геологического элемента) должно быть достаточным для обработки методами математической статистики и вычисления обобщенных и расчетных показателей.

3.12. В результате камеральной обработки материалов изысканий должны быть составлены:

карта фактического материала в масштабе 1 : 2000;

карты кровли различных стратиграфических комплексов в пределах глубин заложения сооружений метрополитена;

геолого-литологические разрезы (колонки) разведочных скважин в масштабе 1 : 100;

инженерно-геологический разрез по оси трассы в масштабе—горизонтальный 1 : 2000 и вертикальный 1 : 200;

инженерно-геологические разрезы по отдельным сооружениям (стволы шахт, эскалаторные тоннели, сооружения депо, вестибюли) в масштабе—горизонтальный 1 : 200—1 : 500 и вертикальных 1 : 200;

графики и расчеты параметров водоносных горизонтов по данным опытно-фильтрационных работ;

ведомости лабораторных исследований и полевых испытаний грунтов с вычислением обобщенных и расчетных показателей;

отчет об инженерно-геологических изысканиях.

3.13. В отчет об инженерно-геологических изысканиях должны включаться те же главы, что и в технико-экономическое обоснование, но с более подробным описанием геологического строения и гидрогеологических условий строительства, с приведением расчетных показателей свойств грунтов. Наиболее важным разделом отчета является глава, посвященная инженерно-геологической оценке условий строительства, которая осуществляется применительно к положению сооружений метрополитена в плане и профиле с общими рекомендациями по способам производства работ.

3.14. В отчете об инженерно-геологических изысканиях на территории депо должны быть приведены данные о несущей способности грунтов в основании каждого сооружения.

3.15. В инженерно-геологические изыскания к техническому проекту должны включаться следующие виды работ:

крупномасштабная инженерно-геологическая съемка на портальных участках и участках шахтных стволов;

бурение и проходка разведочных горных выработок;

гидрогеологические исследования;

лабораторные исследования грунтов и подземных вод;

камеральные работы.

3.16. Инженерно-геологическая съемка на портальных участках и участках шахтных стволов должна выполняться в масштабе 1 : 1000 или 1 : 2000 и установить несущую способность грунтов и их устойчивость при сооружении порталов.

Площадь съемки должна быть достаточной для освещения инженерно-геологических условий возможных вариантов размещения порталов тоннеля.

3.17. Число разведочных скважин при глубине заложения тоннеля до 300 м следует принимать:

при длине тоннеля до 300 м—не менее двух вдоль оси тоннеля в простых условиях, не менее трех в условиях средней сложности и не менее четырех в сложных условиях;

при длине тоннеля более 300 м—дополнительно по одной скважине на каждые 200 м тоннеля для простых условий, на каждые 150 м для условий средней сложности и на каждые 100 м для сложных условий. Аналогично определяется число скважин для подходных выработок.

При необходимости на наиболее сложных участках трассы дополнительно бурятся скважины по поперечникам. Число скважин в каждом поперечнике—две-три.

3.18. При глубине заложения тоннеля более 300 м число разведочных скважин определяется программой изысканий в зависимости от сложности инженерно-геологических условий и условий производства изысканий.

При наличии крутопадающих пластов и тектонических нарушений должны предусматриваться наклонные скважины.

3.19. При проектировании шахтных стволов следует бурить не менее чем по одной скважине для каждого ствола.

3.20. В гидрогеологические исследования должны включаться откачки (наливы, нагнетания) из скважин, определение дебитов поверхностных водотоков (родников, источников), замер температуры подземных и поверхностных вод, отбор проб воды на лабораторные исследования.

Виды и объемы гидрогеологических исследований должны определяться программой изысканий.

3.21. Комплекс геофизических методов следует назначать, исходя из характера решаемых задач и возможности применения того или иного метода в конкретных условиях.

Объем геофизических исследований определяется программой изысканий и корректируется в процессе их выполнения.

3.22. Образцы грунтов следует отбирать из всех литологических разностей, имеющих распространение по трассе тоннеля. Число определений каждой характеристики грунта должно обеспечить обработку методами математической статистики и вычисление обобщенных и расчетных показателей.

3.23. На стадии технического проекта должны быть организованы режимные наблюдения за поверхностными подземными водами, а при наличии многолетнемерзлых грунтов— за их температурой и состоянием.

3.24. При камеральной обработке материалов изысканий должны составляться:

карта фактического материала;

инженерно-геологическая карта;

геоморфологическая карта;

гидрогеологическая карта;

карта распространения физико-геологических процессов;

карта—срез на уровне заложения тоннеля;

(указанные карты составляются в масштабе 1 : 5000—1 : 10000);

инженерно-геологическая карта портальных участков в масштабе 1 : 1000—1 : 2000;

геолого-литологические разрезы разведочных выработок в масштабе не мельче 1 : 500;

инженерно-геологический разрез по оси тоннеля в масштабе—горизонтальный 1 : 5000—1 : 10000 и вертикальный 1 : 500—1 : 100 и разрезы по поперечникам;

инженерно-геологические разрезы шахтных стволов и подходных выработок в масштабе 1 : 200—1 : 500;

графики, расчеты и таблицы гидрогеологических и геофизических исследований;

ведомости лабораторных исследований грунтов и воды;

отчет об инженерно-геологических изысканиях.

3.25. Отчет об инженерно-геологических изысканиях должен содержать те же главы, что и на стадии технико-экономического обоснования.

В отчете должны быть детально освещены вопросы, определяющие условия строительства тоннеля:

наличие селей, оползней, лавин, курумов;

прогноз горного давления и его характер;

ожидаемые водопритоки;
состояние грунтов в зонах тектонических нарушений;
наличие многолетнемерзлых грунтов и их структура;
прогноз развития инженерно-геологических процессов под влиянием строительства тоннеля;
возможные газопроявления и их характер;
возможное вскрытие термальных вод;
температура грунтов и подземных вод;
наличие свободной кремнекислоты в грунтах и т. п.

3.26. Отчет об инженерно-геологических изысканиях должен быть рассмотрен на техническом совете организации, производившей изыскания, в присутствии представителей заказчика и проектной организации.

4. ИЗЫСКАНИЯ К РАБОЧИМ ЧЕРТЕЖАМ

4.1. Инженерно-геологические изыскания к рабочим чертежам производятся с целью детализации инженерно-геологических условий строительства отдельных участков трассы, применительно к запроектированным способам работ и конструкциям.

Наиболее важные инженерно-геологические факторы, определяющие условия строительства в данном районе, должны иметь количественную оценку.

Метрополитены

4.2. Инженерно-геологические изыскания на стадии рабочих чертежей должны состоять из:

бурения скважин и проходки разведочных горных выработок;
лабораторных исследований грунтов и подземных вод;
полевых опытных и опытно-фильтрационных работ;
камеральных работ.

В сложных инженерно-геологических условиях рекомендуется дополнительно предусматривать опытно-производственные работы (опытное водопонижение, опытное закрепление грунтов и т. п.) и аналоговое моделирование (на ЭГДА, гидро- и электроинтеграторах).

4.3. Наибольшее внимание должно быть уделено участкам, где техническим проектом предусматривается применение специальных способов работ: водопонижения, искусственного закрепления грунтов и проходки с применением сжатого воздуха.

На этих участках изысканиями на стадии рабочих чертежей должны быть детализированы следующие вопросы:

литологический и минералогический состав грунта и его изменчивость в зоне подземного сооружения;

изменчивость фильтрационных свойств грунтов в плане и разрезе;

положение водоупоров, их выдержанность по мощности и по простиранию;

дифференциация скоростей движения подземных вод по глубине;

температурный режим массива.

4.4. Число разведочных скважин на 1 км линии (в дополнение к пробуренным на предыдущих стадиях) следует принимать:

для метрополитенов мелкого заложения—до пяти в простых условиях, до 10 в условиях средней сложности и до 20 в сложных условиях;

для метрополитенов глубокого заложения—до трех в простых условиях, до семи в условиях средней сложности и до 15 в сложных условиях.

4.5. Опытные полевые и опытно-фильтрационные исследования проводятся на участках применения специальных способов работ, распространения слабых по несущей способности грунтов, изменения расположения подземного сооружения в плане или профиле.

Контрольные лабораторные исследования проводятся для грунтов в зоне подземного сооружения.

4.6. Для определения влияния на режим подземных вод водопонижения и водоотлива из горных выработок из числа разведочных скважин должны устраиваться стационарные скважины (в дополнение к оборудованным на стадии технического проекта).

Общее число наблюдательных скважин на 1 км трассы должно составлять от 2 до 5.

Частота замеров в наблюдательных скважинах должна быть достаточной для выявления закономерностей формирования депрессионных воронок.

4.7. В период камеральной обработки материалов изысканий необходимо составлять:

инженерно-геологические разрезы по осям правого и левого тоннелей в масштабе—горизонтальный 1 : 2000 и вертикальный 1 : 200;

инженерно-геологические разрезы по участкам специальных способов работ в масштабе—горизонтальный 1 : 200—1 : 500 и вертикальный 1 : 200;

инженерно-геологические разрезы по отдельным сооруже-

ниям метрополитена (стволы шахт, станции, эскалаторные тоннели) в масштабе—горизонтальный 1 : 200—1 : 500 и вертикальный 1 : 200;

графики и расчеты опытно-производственных работ и моделирования.

4.8. Сведения о тампонаже и координаты разведочных скважин, попадающих в сечение проектируемых выработок или находящихся от них на расстоянии до 10 м, направляются строительной организации.

Горные железнодорожные и автодорожные тоннели

4.9. Инженерно-геологические изыскания к рабочим чертежам должны осуществляться по специальной программе, и в них могут включаться:

бурение разведочных скважин;

проходка разведочных горных выработок;

режимные наблюдения;

опытные и исследовательские работы;

камеральные работы.

4.10. В сложных инженерно-геологических условиях в период строительства должны производиться проходка разведочной штольни и бурение горизонтальных разведочных скважин из забоя тоннеля. Забой разведочной штольни должен опережать забой тоннеля не менее чем на 200 м. При косогорном расположении тоннеля рекомендуется проходить боковые разведочные штольни.

4.11. Материалы инженерно-геологических изысканий на стадии рабочих чертежей и контрольных инженерно-геологических работ в процессе строительства являются основой для уточнения принятых в техническом проекте конструкций обделок и способов сооружения тоннеля.

4.12. При камеральной обработке материалов изысканий должны производиться:

корректировка инженерно-геологического разреза;

составление графиков режимных наблюдений;

оформление результатов опытных и исследовательских работ.

5. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ РАБОТЫ В ПРОЦЕССЕ СТРОИТЕЛЬСТВА МЕТРОПОЛИТЕНОВ И ТОННЕЛЕЙ

5.1. В состав инженерно-геологических работ на строительстве метрополитенов и тоннелей входят: систематическое описание грунтов в забое, своде и стенах выработок, опреде-

ление крепости и устойчивости грунтов, фиксирование проявлений горного давления, вывалов, переборов, обводненности и газоносности грунтов, способа проходки, состояния временного крепления и постоянной обделки.

В случае несоответствия фактических инженерно-геологических условий данным изысканий инженеры-геологи, составляющие документацию горных выработок, должны информировать о них проектную и строительную организации для внесения изменений, в необходимых случаях, в проектную документацию.

5.2. Периодичность осмотра забоев определяется скоростью проходки, сложностью геологического строения, типом и размером сечения выработки.

Забой рекомендуется осматривать:

по перегонным тоннелям метрополитена и котлованам не реже чем через 10 м; по станционным тоннелям метрополитена, горным тоннелям и другим выработкам большого сечения не реже чем через 5 м, по стволам и наклонным тоннелям через 1 м.

5.3. Результаты инженерно-геологических наблюдений заносятся в полевую книжку в виде записей, зарисовок и фотографий. При составлении документации указываются дата наблюдений, наименование сооружения и выработки и привязка места наблюдения в плане и по высоте.

Записи из полевой книжки переносятся в стандартные бланки зарисовок (приложение 1, 2) или в журнал документации. В конце каждого месяца составляется продольный профиль или развертка по выработке.

5.4. При составлении геологической документации горизонтальных и наклонных выработок грунты должны описываться по забою с добавлением, в необходимых случаях, описания по стенам и своду.

В шахтных стволах документация грунтов составляется по обнаженным стенкам между обделкой и забоем и, если возможно, по забою ствола.

5.5. При описании песчано-глинистых грунтов указываются наименование, литологический состав, консистенция или влажность, цвет, свойства, примеси, включения и изменения этих признаков по сечению выработки, приводятся мощности пластов, линз, пропластков и карманов.

При наличии мерзлых грунтов отмечаются криогенная структура, распространение и мощность льдистых прослоев.

5.6. При описании скальных грунтов указываются их петрографическое наименование, цвет, структура и текстура, ми-

нералогический состав, степень выветрелости и мощность пластов, отмечаются трещиноватость, наличие кливажа и кавернозности, крепость грунта, фиксируются все видимые тектонически-структурные формы (разрывы, складки, зоны дробления, рассланцевания и изменения пород), производятся замеры элементов залегания.

5.7. В описании выветрелости дается характеристика степени выветривания (слабая, сильная), форма его проявления и указывается распространение выветрелости по пласту, контакту, трещине.

5.8. При смене грунтов в разрезе отмечается характер их контакта и указывается вид поверхности контакта (ровный, волнистый, глыбовый, зазубренный, апофизный), измеряется мощность пластов, даек и жил.

5.9. При наличии трещиноватости составляется ее подробная документация. В описании отмечают вид трещин (скрытые, открытые или закрытые), ширину их раскрытия, материал заполнения и поверхность трещин.

Степень трещиноватости грунтов оценивается по числу трещин на один линейный метр (модуль трещиноватости) и по размерам блоков, отделяемых трещинами, согласно табл. 2.

5.10. Крепость грунтов определяется по временному сопротивлению одноосному сжатию и выражается коэффициентом крепости по М. М. Протодьяконову. Коэффициент крепости определяется для каждой петрографической разности грунтов.

Таблица 2

Степень трещиноватости	Число трещин на 1 м	Характеристика
Нетрещиноватые	До 0,5	Видимые трещины на обнажении забоя и призабойной части стен отсутствуют. Грунты разбиты на крупные блоки объемом до 10—20 м^3 и более
Слабо трещиноватые	Свыше 0,5 до 1,5	Среднее расстояние между трещинами различных систем 0,7 м и более. Объем блоков грунта, отделяемых пересекающимися трещинами,—0,5—6,0 м^3
Трещиноватые	Свыше 1,5 до 5	Среднее расстояние между трещинами различных систем 0,2—0,7 м. Объем блоков грунта 0,1—0,5 м^3
Сильно трещиноватые	Свыше 5 до 30	Расстояние между трещинами 0,2—0,05 м. Объем блоков грунта 0,001—0,1 м^3

Продолжение табл 2

Степень трещиноватости	Число трещин на 1 м	Характеристика
Раздробленные	Свыше 30	Трещины образуют на обнажении частую сетку. Грунты раздроблены до щебня и дресвы с отдельными глыбами

Примечание Число трещин следует определять на двух перпендикулярных плоскостях (например, забой и стена), на длине, превышающей среднее расстояние между трещинами в 8—10 раз Учитываться должны трещины всех систем, независимо от их раскрытия и заполнения вторичными, менее крепкими образованиями

Группа грунтов по трудности разработки (категория) определяется в целом для всей массы разрабатываемых грунтов в забое. В случае наличия двух-трех различных между собой групп грунтов дается их соотношение в процентах от площади обнажения.

5.11. Слоистость грунтов, являющаяся одним из факторов, влияющих на устойчивость грунтов, оценивается по шкале:

массивные—мощность слоев свыше 100 см;

толстослоистые—мощность слоев свыше 20 до 100 см;

тонкослоистые—мощность слоев свыше 0,2 до 20 см;

микрослоистые—мощность слоев менее 0,2 см.

5 12. При наличии тектонических нарушений подробно описываются участки, характеризующиеся слабой устойчивостью грунтов, определяется направление смещения при разрывных нарушениях, отмечается наличие зоны измененных и раздробленных грунтов и замеряется ее мощность.

5.13. При составлении инженерно-геологической документации определяется устойчивость лба забоя, кровли и боковых стен выработки, фиксируются проявления горного давления, наличие вывалов и внегабаритных переборов грунта.

Устойчивость грунтов в выработке может ориентировочно оцениваться в соответствии с классификацией, приведенной в табл. 3.

5.14. Проявление горного давления в своде, стенах или лотке выработки отмечается на основании маркшейдерских данных, осмотра обделки и видимых деформаций обнаженных поверхностей породы.

При составлении документации вывалов и обрушений отмечаются и зарисовываются все вывалы и обрушения кровли и стен выработки, указываются их местоположение, линейные размеры в плане и профиле, примерный объем, время сохра-

Таблица 3

Степень устойчивости грунтов в выработке	Инженерно-геологические условия
Устойчивые	Грунты крепкие и очень крепкие ($f=5-20$), нетрещиноватые или трещиноватые, но с благоприятным залеганием трещин. Трещины закрытые или сцементированные вторичными материалами, без следов подвижек. В кровле выработки залегают надежные по устойчивости грунты. Тектонические нарушения отсутствуют или проявляются очень слабо. Капеж отсутствует
Средней устойчивости	Грунты крепкие и средней крепости ($f=2-5$), трещиноватые и сильно трещиноватые, но с благоприятным залеганием. Тектонические нарушения выражены слабо. Консистенция глинистых грунтов твердая или полутвердая. Возможен капеж
Слабой устойчивости	Грунты слабые или средней крепости ($f=1{,}0-2{,}0$) трещиноватые с неблагоприятным расположением трещин и сильно трещиноватые. Консистенция глинистых грунтов мягко- и тугопластичная. Тектонические нарушения с капежом или струйчатым водопроявлением. Быстрое отслаивание и вывалы отдельных глыб и кусков грунта
Совершенно неустойчивые	Грунты слабые или средней крепости ($f=0{,}3-1{,}0$). Грунты текучей или мягкопластичной консистенции. Грунты сильно трещиноватые выветрелые или раздробленные. Трещины открытые со следами подвижек и тектонического воздействия. Чаще всего водообильные. Несвязные водоносные грунты. Без применения специальных способов проходка невозможна

Примечания. 1. Для тоннелей большой протяженности рекомендуется составление местных классификаций по устойчивости применительно к конкретным инженерно-геологическим условиям (наличие карста, многолетнемерзлых пород, тектонических нарушений, зон повышенной водообильности и термальных вод и т п.) с учетом принятых в проекте способов производства работ.

2. Если по данным изысканий установлено залегание в своде выработки грунтов слабой устойчивости или совершенно неустойчивых, соответственно характеризуются и грунты в пределах забоя.

нения устойчивости от момента проходки, наличие или отсутствие крепи, деформации крепи и предполагаемые причины обрушения или вывала, отмечаются все виды деформации обделки сооружения и временной крепи—появление трещин, сколы, осадки, изменение эллиптичности колец.

5.15. В документации отмечаются особенности принятого способа проходки выработки, его влияние на состояние грунтов и их устойчивость, скорость проходки и проявление процессов, отрицательно влияющих на сохранность постоянной обделки тоннеля.

При наличии временной крепи отмечаются ее конструкция, расстояние между стойками, расстрелами и указывается длина или площадь незакрепленного пространства.

5.16. Инженерно-геологическая документация и правильность ее ведения контролируется главным геологом или руководителем группы.

Контроль и все замечания подтверждаются в журнале документации подписью с указанием даты.

5.17. Гидрогеологические наблюдения являются частью инженерно-геологических работ в горных выработках и должны состоять из определения водоносности грунтов в продвигающихся забоях и водообильности различных выработок или части их, замеров притока воды в шахты и ее температуры, отбора проб воды на химический анализ.

5.18. Степень водообильности грунтов в горных выработках устанавливается в соответствии с табл. 4.

5.19. При описании характера обводненности следует отметить протяженность участков с водопроявлениями, места поступления воды (трещина, контакт пород), наличие напора, количество взвешенных частиц.

Таблица 4

Характер водопроявления	Визуальная характеристика	Приток воды в забой, м³/ч
Грунты маловлажные, влажные и насыщенные водой	Грунты в забое воздушно-сухие или влажные. Нависающие капли на своде отсутствуют. Песчаные грунты местами насыщены водой, но воду не отдают	Нет
Капеж слабый	По забою или со свода капает вода Образование капель и их отрыв можно легко проследить глазами Количество падающих капель незначительное. Источником капежа служит пористость породы, отдельные трещины или системы трещин	0,01—0,5
Капеж сильный	По плоскости забоя слабо струится вода Капли со свода падают часто Образование капли и ее отрыв происходят быстро и с трудом просматриваются глазами Источником капежа служит пористость или система трещин. В лотке выработки лужи	0,5—1

Продолжение табл. 4

Характер водопроявления	Визуальная характеристика	Приток воды в забой, м³/ч
Капеж прерывистыми струями	Из свода и стен выработки вода поступает очень частыми каплями, сливающимися в струйку. Впечатление сильного дождя. Источником поступления воды служат открытые трещины, каверны и крупные поры. Лоток выработки затоплен	1—5
Приток воды сплошными струями	По стенам выработки обильно струится вода. Из свода вода поступает сплошными струями. Впечатление ливневого дождя или душа. Напор воды при истечении не заметен. Источником поступления воды служат открытые трещины, каверны	До 50
Сосредоточенный выход воды	Вода поступает сильной струей под напором из отдельных каверн, крупных открытых трещин, скважин или по всей плоскости забоя и свода	Более 50

5.20. Величина притока воды в горизонтальную выработку замеряется систематически два-три раза в месяц посредством измерения расхода мерным сосудом, водосливом, водомерами, при помощи поплавков или по скорости восстановления уровня воды в зумпфе при прекращении откачки.

Приток воды в вертикальную или наклонную выработку определяется два раза в месяц водоотливом в мерный сосуд или по производительности насоса.

5.21. Одновременно с определением притока воды следует замерять температуру воды с точностью до 0,5°. Места замера температуры должны быть расположены как можно ближе к месту истечения воды из породы. Одновременно замеряется и температура воздуха.

5.22. Пробы воды для химического анализа отбираются:

при вскрытии горной выработкой нового горизонта подземных вод;

каждые один-два месяца с участков выхода подземных вод для контроля за изменением их химического состава;

на участках течей через бетонную обделку для выявления степени агрессивности воды по отношению к бетону.

Для определения содержания в воде свободной углекислоты (CO_2) отбирается дополнительная проба с добавкой мраморного порошка.

5.23. Температура грунтов в горных выработках измеряет-

ся систематически. Для измерения температуры грунта применяются специальные термометры с ценой деления 0,1—0,25°.

Температура грунтов измеряется в специальных шпурах или скважинах, пробуренных из выработки на глубину не менее 0,5 м.

5.24. Образцы грунтов из забоев отбираются для лабораторных исследований, просмотра образцов при дневном свете и пополнения эталонной коллекции, микроскопических исследований, химических анализов.

5.25. В инженерно-геологические работы на строительстве подземных сооружений, возводимых открытым способом, должны включаться:

инженерно-геологическая документация котлована и стационарные наблюдения за устойчивостью бортов и дна котлована, режимом подземных вод, изменениями свойств грунтов в основании и стенках котлована.

Документация котлована должна вестись нарастающей зарисовкой стенок, откосов, берм и дна.

Подробно описываются:

состояние откосов—высота, угол откоса, вид временного крепления котлована и его состояние во время осмотра, наличие инженерно-геологических процессов (промоины, оплывины, осыпи, обрушения, суффозия);

состояние дна котлована с оценкой несущей способности грунтов;

выходы подземных вод.

При применении открытого водоотлива указывается количество откачиваемой воды, замеряется ее температура и отмечается наличие в воде взвешенных частиц.

5.26. При раскрытии котлована до проектной отметки производятся освидетельствование и прием грунтового основания под строительные конструкции. Прием грунтового основания оформляется актом с указанием состава и состояния грунтов в основании и условного расчетного давления на эти грунты.

5.27. Стационарные наблюдения за состоянием котлована ведутся с целью выявления факторов, снижающих устойчивость пород в откосах и дне котлована (геологических, гидрогеологических, горнотехнических и др.) во время выполнения горных работ.

Стационарные наблюдения заключаются в периодическом обследовании откосов, дна и временного крепления котлована.

Во время этих обследований необходимо выполнять следующие работы:

замерять угол откосов котлована в различных пунктах и

в разных грунтах, отмечать скорость и причины выполаживания откосов до приобретения ими устойчивого состояния. Следует устанавливать зависимость углов откоса от состояния грунтов, их консистенции, плотности и высоты откоса;

фиксировать вид и состояние временного крепления стенок котлована, характер его деформаций (обрушение, выпирание, поломка и перекосы), оценивать опасность замеченных нарушений крепи и ставить об этом в известность администрацию участка строительства;

отмечать изменение гидрогеологической обстановки в котловане во времени—появление и исчезновение родников, высачивание воды в откосах, развитие суффозии.

5.28. Образцы грунта на лабораторные исследования отбираются из всех литологических разностей как из стенок котлована, так и из основания через каждые 50—100 м по длине выработки. При поступлении в котлован грунтовых вод их отбирают на химический анализ.

5.29. На участках, где проходка горных выработок осуществляется с применением специальных способов (водопонижения, замораживания, сжатого воздуха), производятся дополнительные инженерно-геологические работы, связанные со спецификой применения данного специального способа.

5.30. Инженерно-геологические работы на участках искусственного водопонижения заключаются в наблюдении за бурением и оборудованием водопонижающих скважин, установкой эжекторных и легких иглофильтров и других средств водопонижения и в составлении документации по результатам водопонижения, в которой отражаются сведения:

о способах бурения водопонижающих скважин или установки иглофильтров, типах фильтров, составе песчано-гравийной обсыпки и способах ее устройства, марках насосов;

о последовательности включения и продолжительности работы средств водопонижения;

о производительности отдельных средств водопонижения и всей системы в целом и ее изменение во времени;

о величинах понижений уровня подземных вод в наблюдательных скважинах.

5.31. При ведении инженерно-геологической документации горных выработок, проходка которых осуществляется с применением сжатого воздуха, производятся:

измерение давления и расхода сжатого воздуха, температуры и влажности воздуха в тоннеле и на поверхности, температуры грунтовых вод;

фиксирование мест выхода сжатого воздуха на поверхности;

выявление зависимости количества подаваемого воздуха от давления и геологического строения участка;

сбор материалов по деформации дневной поверхности;

определение изменений физико-механических свойств пород в забое под влиянием сжатого воздуха.

5.32. При ведении инженерно-геологической документации горных выработок, проходка которых осуществляется с применением искусственного замораживания грунтов, производятся:

определение мощности и зарисовка зоны замороженных грунтов в забое;

описание характера льдовыделений;

отбор проб грунта по диаметру выработки с замерами температуры в точках отбора;

сбор данных о деформациях поверхности в период замораживания, проходки и оттаивания;

сбор данных о числе скважин, пробуренных для замораживания, о режиме изменения температуры грунта и изменениях положения уровня грунтовых вод в наблюдательных скважинах.

5.33. При применении цементации, битумизации, силикатизации и химического закрепления грунтов указывается состояние грунтов при вскрытии их выработкой, описывается характер заполнения пустот и трещин, отбираются пробы на лабораторные исследования.

5.34. Камеральная обработка материалов наблюдений разделяется на первичную и окончательную.

К первичной обработке относится ежедневный перенос черновых записей, сделанных в горных выработках, в журналы и бланки инженерно-геологической документации.

Сброшюрованные бланки и журналы документации служат основными документами для последующей окончательной обработки.

К окончательной обработке относятся обобщение всех наблюдений и анализов и оформление материалов в виде:

исполнительных инженерно-геологических разрезов;

сводных ведомостей анализов и испытаний грунтов и подземных вод,

пояснительной записки.

Исполнительные инженерно-геологические разрезы к концу строительства передаются строительной организации для

предъявления их при сдаче законченного объекта приемочной комиссии и эксплуатирующей организации.

5.35. Исполнительные инженерно-геологические разрезы составляются для правых тоннелей метрополитенов (или правых и левых при различии их геологического строения) на всю длину сдаваемой очереди, для всей длины железнодорожного или автодорожного тоннелей, для каждой шахты и наклонного эскалаторного тоннеля.

Для их составления используются данные изысканий, наблюдений в горных выработках и результаты анализов и испытаний грунтов и воды.

5.36. Разрезы по тоннелям метрополитенов составляются от поверхности земли до глубины заложения тоннелей в масштабе—горизонтальный 1:2000 и вертикальный 1:200 (1:100).

Для горных тоннелей, расположенных на большой глубине, допускается построение разреза в пределах толщи, ограниченной 50—100 м над кровлей тоннеля.

При крутопадающем залегании пластов пород разрез обязательно сопровождается геологической картой с показанием элементов залегания и тектонических форм.

Инженерно-геологический разрез должен содержать все сведения, собранные во время строительства: характеристику грунтов, коэффициент крепости, устойчивость, тип обделки, водопроявления.

5.37. Инженерно-геологические разрезы стволов составляют в вертикальном масштабе 1:200 или 1:100 с указанием водопритоков, типов обделки, нумерации колец, границ распространения замороженных грунтов и физико-механических свойств грунтов.

Инженерно-геологические разрезы наклонных эскалаторных тоннелей вычерчиваются в масштабе 1:200—1:500 с указанием тех же данных, что и в вертикальных стволах. В необходимых случаях разрезы сопровождаются дополнительными сечениями, перпендикулярными оси наклонного хода.

5.38. Сводные ведомости результатов анализов грунтов и подземных вод составляются на основании выполненных анализов образцов и проб, отобранных как из горных выработок при строительстве, так и из разведочных выработок, пройденных по трассе в процессе изысканий.

Сводные ведомости составляются для всего сооружения в целом или для отдельных участков его (при различии в свойствах). Для каждой генетической или петрографической разности грунтов анализы приводятся в последовательности пике-

тажа. На основании сводных ведомостей подсчитываются обобщенные показатели.

5.39. Для каждого водоносного горизонта составляются сводные ведомости химического состава подземных вод с вычислением средних показателей содержания каждого аниона и катиона, обобщаются данные по агрессивности воды к бетону.

5.40. Пояснительная записка должна содержать следующие главы:

введение;

геологическое строение;

гидрогеологические условия;

физико-механические свойства грунтов;

инженерно-геологические условия строительства отдельных сооружений;

выводы.

5.41. Во введении указываются назначение сооружения, даты начала и конца строительства, условия проведения инженерно-геологических работ, участки работ.

В главе «Геологическое строение» дается краткое описание геологического строения участка работ и отмечаются те отличия от проектных данных, которые были выявлены в период строительства.

В главе «Гидрогеологические условия» излагаются характеристика вскрытых водоносных горизонтов, величины водопритоков в выработку, приводятся химический состав и степень агрессивности воды по отношению к материалу обделки.

В главе «Физико-механические свойства грунтов» дается обобщение свойств всех генетических и петрографических разностей грунтов, систематизированных в виде таблиц. В таблице указываются число выполненных анализов, пределы колебаний показателей и их обобщенное значение.

В главе «Инженерно-геологические условия строительства» на основании исполнительной инженерно-геологической документации дается подробное описание условий и способов производства работ, типов временной крепи, постоянной обделки, поведения пород в выработках в процессе проходки, водопритоков и форм их проявления, газопроявлений и методов замеров газа; указываются все нарушения устойчивости пород и деформации временной и постоянной крепи, а также зданий на поверхности; описываются все осложнения при строительстве, возникшие по инженерно-геологическим причинам (инженерно-геологические условия строительства приводятся отдельно для каждого перегона, станции, наклонного эскала-

торного тоннеля и ствола); отмечаются несоответствия данных инженерно-геологических изысканий данным фактического материала, полученного в результате производства инженерно-геологических наблюдений непосредственно в забоях выработок (исполнительной документации), и на основе этого даются рекомендации по улучшению качества производства последующих изысканий; отмечаются все мероприятия, которые были осуществлены при строительстве по борьбе с загазованностью и водообильностью.

Зарисовка и инженерно-геологическое описание забоя тоннеля метрополитена

Отдел инженерной геологии

„_____" _____ 197 г.

Радиус (линия) _____

Шахта № _____ тоннель _____

Кольцо № _____ пикет забоя _____

Зарисовка (масштаб 1 : 100—1 : 200)	Номер слоя	Мощность, м	Абсолютная отметка	Коэффициент крепости	Категория по разрабатываемости	Описание грунтов
Место для зарисовки						
Приток воды и характер водопроявлений, температура воды, воздуха, грунта						
Описание устойчивости грунтов в забое (трещиноватость; выветрелость, пучение, оплывание, прогиб слоев, обрушение и др.)						
Способ проходки						

Приложение 2

Зарисовка и инженерно-геологическое описание забоя и стенок тоннеля

Наименование объекта _____

Место для зарисовки

Описание _____

_____

Мощность слоев, м _____

Трещиноватость _____

Устойчивость грунтов в кровле и стенках _____

_____ Способ проходки _____

Наличие переборов за контуром _____

Коэффициент крепости _____

Вид временного крепления

Вид постоянной обделки

Номер кольца, до которого доведено первичное нагнетание

Физико-механические свойства грунтов

Номер слоя						
Естественная влажность, %						
Предел	текучести					
	раскатывания					
Консистенция						
Предел прочности, кгс/см²						
Удельный вес						
Объемный вес						
Пористость, %						
Угол внутреннего трения						
Сцепление, кг/см²						

Условные обозначения на зарисовке забоя

Место отбора грунта на физико-механический анализ—○

Место отбора пробы воды на химический анализ—Δ

Геолог

Руководитель группы

Временное крепление _____

Постоянное крепление _____

Группа пород по разрабатываемости _____ Обводненность выработки _____

_____

Водоприток в забой, м³/ч _____ Место отбора образца грунтов _____

_____

Место отбора пробы воды _____

Примечания _____

Геолог _____ (_____)

Главный геолог _____ (_____)

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие 3
1. Общие положения 5
2. Изыскания к технико-экономическому обоснованию . 14
3. Изыскания к техническому проекту 18
4. Изыскания к рабочим чертежам 24
5. Инженерно-геологические работы в процессе строительства метрополитенов и тоннелей 26

Приложения:

1. Зарисовка и инженерно-геологическое описание забоя тоннеля метрополитена 39
2. Зарисовка и инженерно-геологическое описание забоя и стенок тоннеля 40

Техн. редактор *Д. В. Панюшева*

Л 40788. Подп. к печати 22 августа 1978 г. Объем 2,5 печ. л. 2,27 уч.-изд. л. 2,09 авт. л. Зак. 4780. Тир. 720. Бесплатно.
Бумага типографская 60×84¹/₁₆

Типография института «Оргтрансстрой» Министерства транспортного строительства, г. Вельск Арханг. обл.

ОПЕЧАТКИ

Страница	Строка	Напечатано	Следует читать
7	15 снизу	проектно-изыскатель-ской	строительной
23	12 и 13 сверху	поверхностными подземными	поверхностными и подземными

Зак. 4780. Тир. 720. Инстр. по инженерно-геологич. изысканиям для проектир. и строит. метрополитенов, горных жел.-дор. и автодорожн тоннелей. ВСН 190-78.

gost.e-ecolog.ru