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

**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. И. АЛИХАШКИН*

*Начальник технического отдела В. В. КОТОВ*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Ведомственные строительные нормы | ВСН 190-78Минтрансстрой |
| 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 мaтepиaлу 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);

геокринологические 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, и 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 распростране­ния, 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 | Категория 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 взаимо­дейст­вия сооружений с ге­ологической средой) | Подземные воды отсутст­вуют или имеется выдер­жанный горизонт грун­товых вод с однородным химическим составом | Два или более горизонта подземных вод, выдержанных по мощности и простиранию, обладающих неоднородным химическим составом и напором | Горизонты подземных вод не выдержаны по простиранию и мощности, с неоднородным химическим составом. Местами сложное чередование водонос­ных и водоупорных породНапоры 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» (ВН 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 проектирования 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 производится 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 вкрывающих 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) водоотдачиудельного 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 производится следующие лабораторные определения физико-механических свойств и состава грунтов:

для скальных и полускальных грунтов - временное сопротивление 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 грунтов 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 лессовидных 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, чтои масштаб съемки.

 2.16. Метод (или комплекс методов) проведения геофизических 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 оснащать 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.

Метрополитены

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 простых 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 тепло-физических 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.

Горные железнодорожные и автодорожные тоннели

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 условии. 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 и 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 заложениям - 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 сооружениям 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 к автодорожные тоннели

4.9. Инженерно-геологические изыскания к рабочим черте­жам должны осуществляться по специальной программе, и а 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 косогоном 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, определение 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 информиро­ватьо 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, минералогический состав, степень выветрелости и мощность пластов, отмечаются трещиноватость, наличие кливажа и кавернозности, крепость грунта, фиксируются все видимые тектоническо-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 м3 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 м3 |
| Трещиноватые | Свыше 1,5 до 5 | Среднее расстояние между трещи­нами различных систем 0,2—0,7 м. Объем блоков грунта 0,1—0,5 м3 |
| Сильно трещино­ва­тые | Свыше 5 до 30 | Расстояние между трещинами 0,2—0,05 м. Объем блоков грунта 0,001-0,1 м3 |
| 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.

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 исследований установлено залегание в своде выработки грунтов слабой устойчивости или совершенно неустойчивых, соответственно характеризуются и грунты в пределах забоя.

5.14. Проявление горного давления в своде, стенах или лотке выработки отмечается на основании маркшейдерских данных, осмотра обделки и видимых деформации 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 сохранения 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 эллептичности 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 выработка лужи | 0,5-1 |
| 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 (СО2) отбирается дополнительная проба с добавкой мра­морного порошка.

5.23. Температура грунтов в горных выработках измеряется 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 нарушении 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 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 понижении 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 пикетажа. 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 эскалаторного 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.

*Приложение 1*

Зарисовка и инженерно-геологическое описание забоя тоннеля метрополитена

|  |  |
| --- | --- |
| Отдел инженерной геологии  | Радиус (линия) \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ |
| " \_\_\_" \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 197 г.  | 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 |  |  |  |  |  |  |

Дополнение к приложению 1

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Вид временного крепления

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Вид постоянной обделки

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Номер кольца, до которого доведено первичное нагнетание

*\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_*

*Физико-механические свойства грунтов*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер слоя |  |  |  |  |  |
| Естественная влажность, % |  |  |  |  |  |
| Пре- | текучести |  |  |  |  |  |
| дел | 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 - Ο

Место отбора пробы воды на химический анализ - Δ

Геолог

Руководитель группы

*Приложение 2*

Зарисовка и инженерно-геологическое описание забоя и стенок тоннеля

Наименование объекта \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Наименование выработки \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Направление проходки \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Пикет забоя \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Масштаб 1:200

" \_\_\_\_" \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 197 г.

 Место для зарисовки

Описание \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Мощность слоев, м \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Трещиноватость \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Устойчивость грунтов в кровле и стенках \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Способ проходки \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Наличие переборов за контуром \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Коэффициент крепости \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

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 \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ ( \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ )