ПНИИИС Госстроя СССР

Рекомендации

по инженерно-геологическим изысканиям для подземного гражданского и промышленного строительства



Москва 1987

gost.e-ecolog.ru

Производственный и научно-исследовательский
институт по инженерным изысканиям
в строительстве (ПНИИИС)
Госстроя СССР

Рекомендации

по инженерно-геологическим изысканиям для подземного гражданского и промышленного строительства

Москва Стройиздат 1987

УДК 624. 131. 1

Рекомендованы к изданию решением инженерно-геологической секции и секции инженерной защиты территорий и вычислительных методов в изысканиях Научно-технического совета ПНИИИС Госстроя СССР.

Рекомендации по инженерно-геологическим изысканиям для подземного гражданского и промышленного строительства / ПНИИИС. – М.: Стройиздат, 1987. – 56 с.

Приведены требования к составу, содержанию и объему инженерно-геологических изысканий, выполняемых для обоснования подземного строительства при разработке схемы комплексного использования подземного пространства городов, а также для обоснования проектирования и строительства отдельных локальных и линейных сооружений, транспортных тоннелей, подземных переходов, метрополитенов на разных стадиях проектирования.

Для инженерно-технических работников изыскательских и проектно-изыскательских организаций.

Табл. 6.

3202000000 – 216
Р ———————— Инструкт.-нормат., 1 вып. – 84 – 87
047 (01) – 87

© Стройиздат, 1987

Предисловие

Рост городов в условиях все возрастающего недостатка свободных земель и поиск путей улучшения окружающей среды вызывает необходимость освоения подземного пространства для гражданского и промышленного строительства. Под землей размещаются и планируется дальнейшее устройство инженерно-транспортных сетей и сооружений, предприятий торговли, общественного питания, бытового обслуживания, связи, зрелищных и спортивных сооружений, объектов промышленного назначения энергетики и др.

Для крупнейших и крупных городов страны (с численностью жителей соответственно более 500 тыс. и 200–500 тыс.), где дефицит городских земель особенно ощутим, разрабатываются схемы комплексного использования подземного пространства, предусматривающие размещение различного вида подземных сооружений в плане и по глубине. В схемах комплексного использования подземного пространства принято ярусное расположение подземных объектов: первый ярус охватывает зону глубин до 4–5 м, второй – от 4–5 до 20 м, третий – более 20 м (ГОСТ 20522–75. Грунты. Метод статистической обработки результатов определений характеристик).

Количество ярусов, глубины их заложения, характер использования могут меняться, определяясь различными причинами. В большинстве городов первый и второй ярусы издавна активно используются для размещения инженерных сетей – водоснабжения, канализации, газоснабжения, тепловых, кабельных сетей и инженерного оборудования: насосных станций, станций перекачки сточных вод, понизительных подстанций и др. В крупных городах к этому перечню добавляются подземные гаражи, склады, пешеходные переходы и др. В городах с населением более 1 млн. чел. сооружаются метрополитены на разных вертикальных уровнях до 50 м и более, но чаще глубина расположения подземных объектов достигает 10–20 м.

Размещение подземных объектов по глубине и в плане, этажность, размеры, конструкция, технология строительных работ во многом определяются инженерно-геологическими условиями. От правильной оценки этих условий изыскателями зависит устойчивость, долговечность подземного сооружения и безопасность производства строительных работ.

При подземном строительстве возрастает значение тех факторов, которые отсутствовали или не играли большой роли при наземном строительстве. К ним относятся: изменение напряженного состояния массива грунтов; возрастание температуры грунтов, обводненности с глубиной; изменение гидродинамических, гидрохимических условий, состояния и свойств грунтов; возникновение комплекса новых геологических процессов и явлений. Своевременно выявить эти факторы и оценить их влияние на производство строительных работ и сооружений является задачей изыскателей.

Уровень изыскательских работ определяется требованиями нормативно-методических документов: Инструкция по инженерным изысканиям для городского и поселкового строительства. СН 211-62; Инструкция по инженерным изысканиям для линейного строительства. СН 234-62; Инструкция по инженерным изысканиям для промышленного строительства. СН 225-79; Инструкция по инженерно-геологическим изысканиям для проектирования и строительства метрополитенов и горных железнодорожных тоннелей. ВСН 190-78, – составленных с учетом технической оснащенности изыскательских организаций и способов производства строительных работ, которые постоянно совершенствуются. Однако, перечисленные нормативные доку-

менты распространяются не на все виды подземного строительства. Отсутствуют нормативные документы, устанавливающие нормы изысканий для обоснования схем комплексного использования подземного пространства и для подземных объектов локального характера.

Все это обусловило необходимость разработки настоящих Рекомендаций, в которых излагаются требования к составу, содержанию и объемам инженерно-геологических изысканий для подземного строительства на разных стадиях градостроительного проектирования, в том числе для локальных и линейных сооружений, открытого и закрытого способов производства строительных работ с учетом специфики подземной геологической среды.

Глубина изысканий ограничивается 100 м, что отвечает максимальной глубине заложения метрополитена – типичного для городов подземного сооружения.

Рекомендации составлены на основе обобщения опыта инженерно-геологических изысканий для подземных сооружений, выполненных различными изыскательскими организациями Москвы, Харькова, Киева, Донецка, а также использования названных действующих нормативных документов и собственных разработок авторов.

Рекомендации разработаны ПНИИИС Госстроя СССР (канд. геол.-минер. наук А. И. Снобкова, д-р геол.-минер. наук Ф. В. Котлов) при участии Метрогипротранса Минтрансстроя СССР (канд. геол.-минер. наук Г. Н. Сазонов, канд. техн. наук В. А. Квашнин).

1. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОДЗЕМНОГО ГРАЖДАНСКОГО И ПРОМЫШЛЕННОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

1.1. Инженерно-геологические условия подземной среды во многом формируются факторами, несвойственными условиям наземного строительства, и с глубиной характеризуются следующими особенностями [6]:

возрастают напряженное состояние, температура грунтов, обводненность и водопритоки (до определенных глубин);

изменяются гидродинамические, гидрохимические условия, состояние, физико-механические свойства грунтов;

возрастает влияние структурно-тектонических условий и геодинамического состояния территории в формировании подземных геологических процессов и явлений.

1.2. Напряженное состояние грунтов формируется под влиянием сил гравитации, тектонических движений, гидродинамических, температурных, кристаллохимических факторов. В пределах осадочного чехла платформ до вскрытия массива грунтов подземными выработками давление в нем подчиняется гидростатическому закону, т. е. зависит от глубины выработки и от плотности вышележащих грунтов. На небольших глубинах от поверхности земли – 10–20 м вертикальные напряжения составляют десятые доли МПа, на глубинах 100–200 м – 2–3 МПа и т. д.

В грунтах кристаллического фундамента платформ, складчатых комплексов горно-складчатых областей под влиянием тектонических сил возникают напряжения гораздо большие, чем создаваемые силами гравитации (даже на глубинах 6–15 м). Горизонтальные напряжения в скальных грунтах могут в 2–10 раз превышать вертикальные напряжения. Как правило, очаги концентрации напряжений приурочены к тектоническим зонам. При изысканиях необходимо учитывать естественное напряженное состояние массива грунтов, существование повышенных горизонтальных напряжений и их направление. Это позволит ориентировать подземную выработку в пространстве таким образом, чтобы ослабить влияние повышенных горизонтальных напряжений, рекомендовать способы проходки, сводящие к минимуму деформации грунтов.

1.3. Температура грунтов в массиве и ее изменение зависят от структурно-тектонических условий, состава, состояния, теплопроводности грунтов, плотности теплового потока, близости к интрузиям и пр. Геотермический градиент (прирост температуры грунтов от уровня постоянных годовых температур на каждые 100 м углубления в недра земли) колеблется от 0,1–1 до 20°С и составляет: в платформенных областях 1–3,5°, в горно-складчатых 1–6°, в пределах кристаллических щитов 0,6–1°С. Температура грунтов и подземных вод учитывается при проектировании искусственного замораживания грунтов, систем вентиляции горных выработок и сооружений.

1.4. Глубина залегания и распространения подземных вод, обводненность грунтов обусловливаются геологической структурой, тектоникой территории, глубиной распространения тектонических нарушений, составом и состоянием грунтов, режимом питания, транзита и разгрузки подземных вод. Является закономерным уменьшение обводненности грунтов на больших глубинах (2000 м и более). Интервалы глубин снижения водопритоков в зависимости от названных факторов значительно варьируют. В горнодобывающих районах страны (Донбасс, Челябинский бассейн и др.) отмечено, что максимальные водопритоки в горные выработки наблюдаются до глубины 150–200 м (50–80 м³/ч). Так как гражданские и промышленные под-

земные объекты в городах строятся в основном на глубинах до 100 м, они чаще попадают в зону наибольшей обводненности, что следует иметь в виду при изысканиях, проектировании и строительстве. К оценке обводненности следует подходить дифференцированно, с учетом особенностей гидрогеологического разреза.

При изысканиях необходимо уделять внимание напорным водам. За счет напорного водоносного горизонта, расположенного ниже проектной отметки заложения подземного сооружения, возможно подпитывание снизу вышележащих водоносных пластов, которые будут вскрываться выработками. Кроме того, вскрытие напорных вод вызовет внезапное обводнение подземных выработок с неблагоприятными последствиями.

Обводненность грунтов возрастает в районах с большим количеством атмосферных осадков, с пересеченным рельефом (на пониженных участках), в зонах тектонических нарушений и повышенной трещиноватости.

1.5. Изменение состояния и физико-механических свойств грунтов с глубиной происходит у всех литолого-петрографических типов. В пределах глубин, на которых ведется строительство подземных объектов в городах, эти изменения наиболее заметны у дисперсных грунтов. У них уменьшается пористость, увеличивается плотность скелета, прочностные и деформационные свойства.

В глинистых, крупнообломочных и скальных (сланцы) грунтах под воздействием постоянных напряжений развиваются деформации ползучести. Ползучесть в глинистых грунтах проявляется обычно в течение строительного периода и выражается в виде выдавливания. В крупнообломочных грунтах и сланцах ползучесть развивается медленно – в течение ряда лет. Ее неблагоприятные последствия могут сказаться в незакрепленных выработках в период их эксплуатации.

1.6. При вскрытии массива грунтов подземной выработкой происходит разгрузка напряжений. Вокруг выработки в кровле и подошве образуется зона пониженных напряжений, где происходит упругое расширение грунтов, сопровождающееся их разрывом, расслоением, растрескиванием. Грунты разуплотняются, снижается их устойчивость. По поверхностям и в зонах ослабления происходит смещение блоков, глыб, кусков грунта в виде вывалов, обрушений, отжима, стреляний, осыпания, расслоения, выдавливания. Возрастает горное давление. Следствием его является пучение глин, глинистых сланцев, возрастание нагрузки на крепь и обделку сооружений. Нарушение гидрогеологических условий сопровождается развитием таких процессов, как прорывы подземных вод, плывунов, оплывание, растворение, антропогенное карстообразование, механическая суффозия. В газоносных зонах происходят прорывы газов, дегазация грунтов.

Развитие геологических процессов в подземных выработках сопровождается сдвижением грунтов кровли, образованием мульд оседания, трещин на поверхности, провальных воронок, деформацией зданий и сооружений.

1.7. Возникновение некоторых антропогенных геологических процессов и явлений обусловлено применением специальных способов ведения строительных работ.

Проходка под сжатым воздухом, осуществляемая в плывунных и водонасыщенных грунтах с большими гидростатическими напорами, сопровождается в определенных инженерно-геологических условиях утечками и прорывами воздуха через воздухопроницаемые грунты. Под их влиянием происходит выпучивание асфальта, увеличение притоков воды в соседние подземные выработки, подъем уровня грунтовых вод, затопление подвалов зданий, выбросы в атмосферу сжатого воздуха, воды, дисперсных грунтов.

Замораживание глинистых грунтов сопровождается их пучением (до 30–40 см), что приводит к поднятию поверхности земли, фундаментов зданий и сооружений, их деформациям. При оттаивании грунтов развиваются просадки, вызывающие дополнительные деформации поверхности и сооружений.

Искусственное водопонижение вызывает гидростатическое сжатие песчаных грунтов, дегидратационное уплотнение глинистых водоупоров при снятии напоров артезианских вод, сопровождаемые оседанием земной поверхности.

1.8. В период эксплуатации подземного сооружения могут развиваться подъем уровня подземных вод, подтопление, загрязнение водоносных горизонтов, а также завершается процесс сдвижения и оседания земной поверхности над сооружением, возведенным закрытым способом.

Подземные сооружения, перегораживая путь потоку подземных вод, вызывают уменьшение скорости и изменение направления движения потока, что приводит к подъему уровня подземных вод. Утечки хозяйственно-бытовых и промышленных вод из наземных и подземных объектов являются дополнительным источником подъема уровня. Подъем уровня подземных вод сопровождается набуханием глинистых, проседанием лессовых грунтов, снижением прочностных и деформационных свойств различных литологических разностей грунтов. В случае залегания этих грунтов под фундаментами зданий и сооружений могут произойти деформации последних.

Утечки сточных вод из подземных объектов различного назначения могут привести к загрязнению подземных вод – бактериальному, химическому, тепловому. В результате ухудшаются их питьевые качества, приобретаются агрессивные свойства по отношению к бетону, металлу, карстующимся грунтам.

При взаимодействии массива грунтов и подземного сооружения вокруг него изменяется влажностный, температурный и газовый режим в грунтах, что может привести к окислению некоторых минералов (сульфидов и сульфатов железа, магния, натрия), растворению карбонатов и т. д. В результате грунты могут приобрести коррозионные свойства по отношению к материалу обделки сооружения.

Сдвижение грунтов над подземными сооружениями и оседание поверхности вызываются продолжающимся со строительного периода уплотнением грунтов кровли, а также уплотнением грунтов основания сооружений под их весом. Над трассами метрополитена оседание поверхности дополнительно вызывают динамические воздействия от движения поездов.

1.9. В развитии подземных геологических процессов и явлений прослеживаются определенные закономерности, обусловленные зонально-климатическими и регионально-геологическими условиями.

Зонально-климатические условия, характеризуемые температурой воздуха, ее колебаниями, атмосферными осадками, обусловливают интенсивность процессов выветривания, которые ведут к снижению прочностных и деформационных свойств грунтов. Выветривание развивается преимущественно в котлованах, траншеях, длительное время остающихся открытыми. Из подземных выработок, пройденных закрытым способом, процессы выветривания имеют место главным образом в незакрепленных, причем интенсивность их более низкая, чем в открытых выработках.

При всем разнообразии факторов, влияющих на развитие процессов выветривания: климат, петрографические, структурные, текстурные особенности грунтов, трещиноватость, экспозиция склона, степень обнаженности и т. д. – устанавливается определенная связь геологических процессов в открытых котлованах с климатом.

В зоне тропического климата, где высокая температура воздуха, большая влажность и обилие атмосферных осадков обусловливают довольно быстрое выветривание грунтов, происходит смещение последних в откосах котлованов в виде оплывин, оползней, осыпания. Эти же процессы, но в меньшей степени, свойственны и зоне умеренного климата. В семиаридных районах с резкими колебаниями температуры в бортах котлованов развиваются преимущественно осыпание, вывалы грунтов.

В районах с арктическим климатом, с которым связана многолетняя мерзлота, строительство подземных сооружений открытым и закрытым способами, а также эксплуатация их будут сопровождаться оттаиванием или промерзанием грунтов в зависимости от расположения объекта в зоне сплошной, прерывистой или островной мерзлоты, времени производства работ, теплового режима эксплуатации сооружения. Изменение термического режима грунтов сопровождается развитием процессов солифлюкции, проседания оттаявших грунтов, морозного пучения, образования наледей, прорывом подземных вод и т.д.

1.10. Влияние регионально-геологических условий, выраженных структурно-тектоническими особенностями, литолого-петрографическим составом, структурой и текстурой грунтов, сказывается следующим образом.

В платформенных областях, где пласты залегают горизонтально или со слабым уклоном, скальные грунты разбиты трещинами на крупные блоки. Разрывные нарушения редки, слабо выражены зоны дробления. При подземном строительстве происходят вывалы грунтов по трещинам, осыпание обломков в зонах дробления.

В геосинклинальных областях пласты имеют моноклинальное залегание, осложненное мелкой и пологой складчатостью. При падении пластов в сторону подземной выработки следует ожидать вывалы, обрушения. Сводовая часть антиклинальной складки является зоной повышенной трещиноватости и концентрации напряжений, что при вскрытии ее повлечет разгрузку напряжений со смещением разбитых трещинами грунтов в выработку.

Горно-складчатые области с крутыми углами падения крыльев складок и интенсивной трещиноватостью в местах перегиба складок, разрывными нарушениями, с зонами повышенной трещиноватости и дробления являются наиболее неблагоприятными для подземного строительства. Оно будет осложнено процессами стреляния, вывалами, обрушениями и др. В некоторых районах можно ожидать прорыв термальных вод по трещинам в выработку.

1.11. Литолого-петрографический состав, структура и текстура грунтов определяют их свойства и поведение в подземных выработках.

Монолитные скальные грунты имеют высокую прочность, устойчивость и в большинстве случаев не требуют облицовки. Проявление подземных геологических процессов весьма ограничено и связано с наличием зон и поверхностей ослабления, которые обусловлены трещиноватостью и текстурными особенностями грунтов – слоистостью, сланцеватостью, комковатостью и пр., а также с разгрузкой тектонических напряжений. В подземных выработках будут происходить вывалы глыб в местах пересечения трещин, стреляние. Слоистые и сланцеватые скальные грунты выветриваются, рассланцовываются, расслаиваются на тонкие плитки и пластины, которые осыпаются, сползают или обрушаются. Эти грунты обладают также реологическими свойствами, в них развиваются деформации ползучести. В скальных растворимых грунтах при изменении гидродинамических условий, вызванных подземным строительством, могут развиваться по трещинам карстовые процессы.

В подземных горных выработках, проходимых в дисперсных грунтах, в зависимости от их обводненности развиваются сыпуны, осыпание, плывуны, оползни, обвалы, оплывание, механическая суффозия и др. В подавляющем большинстве случаев подземное строительство в дисперсных грунтах ведется с укреплением выработок.

Знание рассмотренных закономерностей развития подземных геологических процессов и явлений позволит предвидеть места их проявления, объемы и рекомендовать мероприятия по предупреждению этих процессов.

1.12. Геодинамическое состояние территории характеризуется наличием эндогенных и экзогенных геологических процессов и явлений. Первые представлены землетрясениями, вулканизмом, современными тектоническими движениями, вторые – оползнями, эрозией, карстом, механической суффозией и др. Эти природные процессы существенно осложняют подземное строительство и потому требуют особого внимания при изысканиях.

В сейсмических районах на подземные сооружения воздействуют: в дополнение к обычному геостатическому давлению – инерционные нагрузки от веса сооружения, от масс грунта на обделку сооружения, сейсмическое горное давление, вызванное прохождением сейсмических волн; сейсмоуплотнение нескальных грунтов; сейсмогравитационные процессы (сейсмообвалы и сейсмооползни на склонах); сейсмотектонические движения по разломам. Наиболее неблагоприятными инженерно-геологическими условиями для расположения подземных сооружений являются: приповерхностная толща грунтов (приблизительно до 4–5 м глубины), дисперсные и обводненные грунты, скальные сильно трещиноватые грунты, зоны тектонических нарушений, контакты грунтов разных по составу и свойствам.

Современные тектонические движения представляют опасность возможностью подвижек блоков пород по надвигам, сбросам и другим тектоническим разрывным нарушениям.

Экзогенные геологические процессы проникают нередко на большую глубину. Выветривание распространяется в глубь массива до 100 м, карст – до 1000 м, поверхности скольжения оползней обнаруживаются на глубинах до 120 м и более, древние эрозионные врезы в виде погребенных долин, каньонов достигают глубины 50–100 м.

1.13. Подземное строительство в городах осуществляется в измененной геологической среде. Изменен режим подземных вод, а также термический режим и свойства грунтов, напряженное состояние массива, геодинамическое состояние территории.

1.14. Режим подземных вод изменен под воздействием эксплуатационных и строительных откачек, утечек хозяйственных, промышленных, поливных вод, конденсации влаги под зданиями и асфальтовыми покрытиями, подпора подземных вод водохранилищами, созданием искусственных дрен. В районах длительных эксплуатационных откачек формируются депрессионные воронки глубиной до 110 м и радиусом до 70 км. Понижению уровня подземных вод сопутствуют геологические процессы: гидростатическое уплотнение песчаных грунтов, дегидратационное уплотнение глинистых водоупоров, ведущее к оседанию поверхности земли; деструкционные осадки в связи с разложением органического вещества; механическая суффозия, карст, увеличение глубины зоны сезонного промерзания и др.

Повышение уровня подземных вод достигает в зоне влияния водохранилищ 100 м, а в результате подтопления застроенных территорий – 30 м. При повышении уровня подземных вод происходит гидростатическое взвешивание грунтов, приводящее к их разуплотнению, заболачивание, набухание, размокание, просадка лессовых грунтов, развитие оползней, повышение балльности землетрясений и др.

При изысканиях для подземного строительства необходим тщательный анализ гидрогеологических условий с привлечением архивных материалов и изучением истории хозяйственного освоения территории, что позволит правильно установить расчетный уровень, предвидеть изменения свойств грунтов и геологических процессов.

1.15. Термический режим грунтов и подземных вод изменяется под влиянием тепловых воздействий от зданий и сооружений и города в целом, а также охлаждения грунтов и подземных вод вследствие нарушения теплового баланса. В геокриозоне в первом случае развиваются процессы деградации многолетней мерзлоты, оттаивание мерзлых грунтов с образованием чаш протаивания мощностью до 30 м, что сопровождается потерей несущей способности грунтов, оседанием поверхности и деформацией строений, термокарстом, солифлюкцией, увеличением водопритоков в подземные выработки. Во втором случае происходит аградация мерзлоты, морозное пучение грунтов, образуются наледи, гидролакколиты. При подземном строительстве следует иметь в виду вероятность вскрытия грунтов, которые ранее считались мерзлыми, в талом состоянии, и наоборот, что позволит избежать непредусмотренных осложнений при возведении и эксплуатации объекта, вызванных ухудшением прочностных свойств грунтов и проявлением подземных геологических процессов.

Вне геокриозоны учет измененного термического режима грунтов и вод важен при проектировании строительства с помощью замораживания грунтов.

1.16. На изменение напряженного состояния грунтов влияют статические, динамические нагрузки, вскрытие массива грунтов уже существующими открытыми и подземными выработками. Статические нагрузки от веса зданий и сооружений колеблются от 0,01 до 2 МПа. С ними связано уплотнение грунтов с образованием осадочных воронок глубиной от долей сантиметра до 100 см и более. Динамические нагрузки вызваны вибрацией от городского транспорта, различных механизмов, строительных и иных взрывов. Вибрационные и ударные механизмы уплотняют песчаные грунты в радиусе до 1,5 м, осадки при этом достигают 0,4–0,5 м.

Статические и динамические нагрузки меняют эпюру напряжений, способствуя возрастанию последних. Эти факторы должны учитываться при расчете прочности подземного сооружения.

С существованием открытых и подземных выработок (котлованов, карьеров, шахт, рудников и т. д.) связано образование зон разгрузки напряжений, в пределах которых грунты теряют монолитность, прочность, приходят в движение, перемещаясь в сторону выработанного пространства. Вдоль бортов открытых выработок образуются призмы сдвижения, ширина которых обусловлена углом сдвижения и может достигать 60 м. При закрытом способе работ сдвижение грунтов может распространиться до земной поверхности. Строительство подземных сооружений в подработанном массиве может сопровождаться неравномерными осадками.

1.17. Особенности инженерно-геологических условий подземного строительства необходимо учитывать на всех его этапах, так как с ними связан выбор: местоположения, номенклатуры сооружений и их планировки, глубины заложения, размеров, конструкций, строительных материалов, расчетных схем прочности, а также устойчивость, выбор способов, технологии, очередности строительных работ; инженерная подготовка территории – наземная и подземная, выбор технических средств защиты подземных сооружений от неблагоприятных геологических процессов и мер борьбы с ними; проектирование предупредительных мероприятий по охране окружающей среды и защите наземных зданий и сооружений.

2. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

2.1. В настоящих Рекомендациях излагаются требования к инженерно-геологическим изысканиям для проектирования и строительства подземных сооружений гражданского и промышленного назначения на территории городов, осуществляемых на разных стадиях градостроительного проектирования.

2.2. Рекомендации не распространяются на гидротехническое и шахтное строительство горных тоннелей, подземных хранилищ нефти, нефтепродуктов, воды, сжиженных и природных газов, а также на районы распространения многолетнемерзлых грунтов и районы с сейсмичностью более 7 баллов.

2.3. По назначению выделяются следующие виды подземных сооружений [14]:

инженерно-транспортные сети и сооружения;

предприятия торговли, общественного питания, бытового обслуживания и связи;

зрелищные и спортивные здания и сооружения, отдельные помещения административных и других общественных зданий;

объекты промышленного назначения и энергетики;

объекты коммунально-складского хозяйства;

объекты инженерного оборудования;

сооружения гражданской обороны.

2.4. По конфигурации в плане различают подземные сооружения линейные – метрополитены, транспортные, коллекторные тоннели, коммуникации всех видов и локальные – отдельные сооружения разного назначения.

2.5. Подземные сооружения в зависимости от глубины расположения возводятся двумя способами: закрытым, без вскрытия поверхности земли, и открытым – со вскрытием поверхности.

В сложных инженерно-геологических условиях применяются специальные способы проходки – водопонижение, замораживание, кессонирование, искусственное закрепление грунтов.

2.6. Инженерно-геологические изыскания для обоснования проектирования подземного гражданского и промышленного строительства проводятся на всех стадиях градостроительного проектирования, представленных: технико-экономическими обоснованиями генплана, генеральным планом и проектом детальной планировки города, проектами планировки промышленной зоны, застройки микрорайона, квартала, градостроительного комплекса;

предпроектной документацией, проектом, рабочей документацией, рабочим проектом сооружения.

2.7. Задачей инженерно-геологических изысканий является комплексное изучение инженерно-геологических условий подземного строительства, направленное на получение необходимых и достаточных материалов, позволяющих наиболее экономично запроектировать, построить и эксплуатировать сооружение, а также выбрать направление и вид инженерных защитных мероприятий.

2.8. Инженерно-геологические изыскания для проектирования и строительства подземных сооружений следует выполнять в соответствии с требованиями главы СНиП II-9-78 "Инженерные изыскания для строительства. Основные положения" и главы СНиП 2.02.01–83 "Основания зданий и сооружений", а также с учетом особенностей подземного строительства, охарактеризованных в разд. 1 данных Рекомендаций.

2.9. Содержание, виды и объемы инженерно-геологических изысканий определяются стадией проектирования, сложностью инженерно-геологических условий, степенью изученности территории, назначением, размерами и конструктивными особенностями подземных сооружений.

2.10. Инженерно-геологические изыскания выполняются на основании технического задания, полученного от заказчика, по программе, согласованной с ним.

Программа составляется по фондовым, литературным данным, с использованием аэрофото- и космических снимков, маршрутных наблюдений и содержит сведения об объемах, содержании, видах инженерно-геологических работ, сроках их выполнения. В процессе изысканий, при необходимости и по согласованию с заказчиком, в программу могут быть внесены изменения и дополнения.

В программе инженерно-геологических изысканий должны быть даны:

наименование и местоположение объекта, его административная принадлежность;

краткая физико-географическая характеристика района;

сведения об инженерно-геологической изученности района изысканий;

обоснование категорий сложности инженерно-геологических условий, состава, объемов и методов изысканий;

обоснование площадей и мест проведения отдельных видов изысканий;

требования, связанные с охраной окружающей среды при выполнении изысканий;

особые требования к организации, технологии производства и безопасности ведения работ.

К программе изысканий следует прилагать: копию технического задания, графики сроков выполнения изысканий и представления заказчику отчетных материалов, смету на изыскания.

2.11. В состав инженерно-геологических изысканий входят:

сбор, анализ и обобщение литературных и фондовых данных об инженерно-геологических условиях территории проектируемого подземного строительства;

инженерно-геологическая рекогносцировка;

инженерно-геологическая съемка;

инженерно-геологическая разведка.

2.12. Сбор, анализ и обобщение литературных и фондовых данных осуществляются путем:

составления карты фактического материала (изученности территории);

сбора и изучения материалов, характеризующих все факторы инженерно-геологических условий;

сбора и дешифрирования аэрофото- и космических снимков;

составления карточек (таблиц) имеющихся данных по буровым, геологосъемочным, гидрогеологическим и другим работам и сводных таблиц физико-механических свойств грунтов;

составление схематических карт инженерно-геологических условий и инженерно-геологических разрезов.

2.13. При сборе фондовых материалов могут использоваться данные изысканий разных лет, но к отбору материалов следует подходить избирательно, используя те или другие характеристики инженерно-геологических условий в зависимости от их надежности.

Большинство скважин может быть использовано для характеристики геологического разреза. Если в отдаленых скважинах обнаружены аномальные уровни подземных вод или значения некоторых параметров физико-механических свойств грунтов, то следует выяснить и проанализировать причины таких отклонений, которыми могут быть временные или эксплуатационные откачки, подтопление, развитие карстово-суффозионных процессов, оползней, подработка территории и др. В зависимости от установленных причин, их наличия или прекращения действия в период планируемых изысканий, аномальные данные следует учитывать или исключать из обработки.

2.14. Состав, содержание работ при инженерно-геологической рекогносцировке, съемке, разведке должны отвечать требованиям главы СНиП II-9-78.

2.15. Инженерно-геологические изыскания для обоснования проектирования подземных сооружений должны быть направлены на изучение и оценку:

инженерно-геологических условий территории на момент проектирования;

возможного изменения геологической среды под влиянием строительства и эксплуатации подземных сооружений;

влияния измененных городом инженерно-геологических условий на строительство и эксплуатацию подземных сооружений;

а также на разработку мероприятий по борьбе с неблагоприятными геологическими явлениями, вызванными подземным строительством.

2.16. В результате инженерно-геологических изысканий должны быть выявлены и изучены:

характер рельефа;

геологическое и геоморфологическое строение, стратиграфия, литология;

тектонические структуры, разрывные и складчатые нарушения;

распространение, условия залегания, состояние, физико-механические и тепловые свойства грунтов;

гидрогеологические условия: характер водоносных горизонтов, уровни, направление и скорость движения подземных вод, фильтрационные свойства грунтов, обводненность, ожидаемые водопритоки в подземные горные выработки, величины напоров, температура, химический состав подземных вод, их агрессивность по отношению к материалу обделки сооружения, режим подземных вод, гидростатическое давление на конструкции сооружений;

природные и антропогенные геологические процессы и явления: оползни, обвалы, карст, суффозия, линейная эрозия, древние погребенные эрозионные размывы, просадки лессовых грунтов и др;

местоположение ранее эксплуатируемых колодцев, буровых скважин, отработанных подземных горных выработок, засыпанных карьеров, оврагов, через которые возможны прорывы подземных вод, разжиженных грунтов;

направление, характер и размеры происшедших изменений компонентов геологической среды под влиянием деятельности человека: рельефа – срезка, засыпка, создание выемок, насыпей; подземных вод – повышение и понижение их уровня, загрязнение, повышение агрессивности; свойства грунтов – улучшение или ухудшение их; геологических процессов и явлений – усиление или ослабление их развития. Учет этих изменений позволит проектировщику предусмотреть необходимые меры защиты сооружений или отказаться от них частично либо полностью, что обеспечит нормальную эксплуатацию или снижение стоимости строительства;

направление, характер и размеры ожидаемых изменений геологической среды под влиянием подземного строительства, выражающиеся в развитии специфических подземных геологических процессов, указанных в п. 1.6.

2.17. Особое внимание при изысканиях для подземного строительства должно быть обращено на выявление и изучение:

характера залегания грунтов;

грунтов с низкой несущей способностью; грунтов, обладающих плывунными и тиксотропными свойствами; глин текучей консистенции, торфов, заторфованных разностей, илов, сапропелей;

зон и поверхностей ослабления в массиве грунтов, представленных разрывными нарушениями, сильнотрещиноватыми, рассланцованными грунтами, контактами различных по литологии грунтов, прослоями слабых разностей и др.;

участков повышенного горного давления, возможного развития в процессе строительства неблагоприятных антропогенных геологических процессов – обрушений, вывалов, выдавливания, прогибания грунтов, прорывов подземных вод, плывунов;

участков с большими водопритоками, гидростатическими напорами, низкой водоотдачей;

устойчивости водоупоров против прорыва напорных вод;

поведения грунтов при вскрытии их траншеями, котлованами, карьерами, шурфами, скважинами, подземными горными выработками;

зон, опасных в отношении выделения газов, с высокой температурой.

При этом определяются границы распространения в плане и по глубине участков распространения указанных неблагоприятных инженерно-геологических условий.

Для подземных объектов, сооружаемых закрытым способом, дополнительно должны быть выявлены наличие, условия залегания, литолого-петрографический состав грунтов с хорошей несущей способностью, которые могут быть рекомендованы для размещения в них подземных объектов.

2.18. При инженерно-геологических изысканиях для обоснования проектирования и строительства подземных сооружений необходимо иметь в виду изменения инженерно-геологических условий, которые произошли под влиянием деятельности человека, для чего следует собрать сведения:

о существовавших в прошлом и впоследствии засыпанных карьерах, ямах, шурфах, воронках, землянках, подвалах и прочих искусственных выемках, оврагах, балках, а также буровых скважинах (и нанести их на план);

о наличии поблизости постоянно действующих водозаборных скважин, сооружаемых шахтных стволов, котлованов, подземных тоннелей метрополитена, из которых ведутся временные откачки подземных вод, влияющие на положение их уровня;

о подъеме уровня грунтовых вод и его причинах (наличии сооружений, оказывающих барражирующий эффект), утечках из водонесущих коммуникаций и их местонахождении, оросительных каналов, искусственных водоемов; сбросах сточных вод, конденсации влаги под асфальтовыми покрытиями, зданиями, сооружениями, применении сжатого воздуха при строительстве метрополитена, подземных коллекторов;

об изменении свойств грунтов под влиянием их осушения и обводнения, выветривания;

об активизации карстовых и карстово-суффозионных, оползневых, обвально-осыпных, селевых процессов, вызванных соответственно откачками подземных вод, обводнением, подрезкой, нагрузкой склонов, вырубкой лесов и кустарников, выпасом скота и пр.

2.19. При проектировании подземных сооружений необходимо исходить из расчетного уровня грунтовых вод, установленного с учетом закономерностей сезонных и многолетних колебаний.

Расчетный уровень следует учитывать в период производства строительных работ, так как время их проведения не всегда может быть предусмотрено в проектах, а также в период эксплуатации сооружения.

2.20. По степени сложности инженерно-геологические условия подземной среды выделяются в три категории: простые (I), средней сложности (II) и сложные (III). Ведущими признаками определения степени сложности инженерно-геологических условий являются устойчивость грунтов, их обводненность, наличие геологических процессов и явлений. Характеристика территорий по степени сложности дана в табл 1

2.21. Изучение инженерно-геологического разреза территории осуществляется с помощью инженерно-геологических выработок (буровых скважин, шурфов, штолен, шахт, дудок, канав, закопушек, расчисток), статического, динамического, ударно-вибрационного зондирования, пенетрационно-каротажных, геофизических исследований.

Таблица 1

Факторы, влияющие на условия строительства и эксплуатации подземных сооружений	Категории сложности инженерно-геологических условий и их характеристики		
	простые (I)	средней сложности (II)	сложные (III)
Геоморфологические	Участок строительства в пределах одного геоморфологического элемента. Поверхность горизонтальная, не расчлененная	Участок строительства в пределах нескольких геоморфологических элементов одного генезиса. Поверхность наклонная, слабо расчлененная	Участок строительства в пределах нескольких геоморфологических элементов разного генезиса. Поверхность сильно расчлененная
Геологические (в сфере взаимодействия сооружения с геологической средой)	Пласты грунтов (скальных и нескальных) залегают горизонтально или слабо наклонно, выдержаны по простиранию и мощности. Зоны тектонических нарушений отсутствуют. Скальные грунты имеют ровную кровлю, слабо трещиноваты. Несущие свойства грунтов хорошие	Пласты грунтов (скальных и нескальных) залегают горизонтально, наклонно, с выклиниванием или образуют пологие складки, не выдержанны по простиранию и мощности. Скальные грунты имеют неровную кровлю, трещиноватость средняя. Нередко встречаются слои грунтов с низкой несущей способностью	Комплекс грунтов различного литологического состава, не выдержанных по простиранию и мощности, нередко линзовидное залегание. Скальные грунты имеют сильно расчлененную кровлю, сильно трещиноваты; развиты складчатые и разрывные нарушения. Распространены грунты с низкой несущей способностью
Гидрогеологические	Подземные воды отсутствуют или имеются пластовые, пластово-трещинные водоносные горизонты, выдержанные по простиранию и мощности. Безнапорные водоносные горизонты обладают небольшой водообильностью и хорошей водоотдачей, напорные защищены надежным водоупором. Воды неагрессивные по отношению к материалу обделки сооружений	Пластовые и пластово-трещинные водоносные горизонты не выдержаны по простиранию и мощности. Обладают средней водообильностью и водоотдачей. Напорные воды имеют надежный водоупор. Распространены неагрессивные и агрессивные воды	Водоносные горизонты пластово-трещинные, не выдержаны по простиранию и мощности. Нередко сложное чередование водоносных и водоупорных слоев. Напоры изменяются по простиранию. Водоотдача грунтов слабая, водообильность высокая. Распространены агрессивные воды
Природные и антропогенные геологические процессы	Отсутствуют. Газопроявлений нет	Проявляются слабо (имеют ограниченное распространение)	Широко распространены. Возможны газопроявления

Примечание. Если обнаруживается фактор, определяющий более высокую категорию сложности, то сложность условий принимается более высокой.

2.22. Глубина инженерно-геологических выработок, зондировочных, пенетрационно-каротажных работ определяется отметкой заложения и сферой влияния подземного сооружения на подстилающие грунты.

В сложных инженерно-геологических условиях, характеризующихся наличием специфических по составу и свойствам грунтов (лессовых просадочных, засоленных, набухающих, заторфованных, искусственных, рыхлых песчаных, текучих и текучепластичных глинистых, элювиальных), зон тектонических нарушений, а также развитием неблагоприятных геологических процессов и явлений, инженерно-геологические выработки вскрывают зону их распространения на всю мощность или до глубины, где они не окажут вредного воздействия на устойчивость сооружения.

На участках распространения скальных грунтов инженерно-геологические выработки заглубляются на 1–2 м в слабовыветрелые грунты. В случае большой мощности элювия скальных грунтов инженерно-геологические выработки проходятся на глубину, соответствующую сфере влияния сооружения с заглублением ниже на 1–2 м.

На участках развития неблагоприятных геологических процессов и явлений инженерно-геологические выработки должны пройти зону их активного развития и заглубиться в устойчивые грунты не менее чем на 2 м. На участках болот инженерно-геологические выработки заглубляются на 1–2 м ниже кровли минерального дна.

При необходимости обоснования проекта водопонижения инженерно-геологические выработки проходятся до водоупора.

2.23. Распределение инженерно-геологических выработок по площади или по трассе должно быть неравномерным и отвечать задаче выявления особенностей подземной геологической среды, которые указаны в п. 2.17. Они сгущаются на участках сложного геологического строения (наличие прослоев и линз слабых грунтов, пестрый литологический состав отложений, характеризующихся разной обводненностью и водоотдачей, неровный рельеф поверхности скальных грунтов и др.), развития геологических процессов, сочленения различных форм рельефа.

Проходку инженерно-геологических выработок следует сочетать с геофизическими исследованиями.

2.24. С целью сокращения объемов буровых работ расстояние между скважинами может быть увеличено за счет замены отдельных скважин точкой зондирования, пенетрационно-каротажных или геофизических работ.

Количество точек определяется решаемой задачей, изученностью и сложностью инженерно-геологических условий и должно быть обосновано программой работ.

2.25. При изысканиях для линейных сооружений необходимо закладывать поперечники: на участках распространения невыдержанных по простиранию, мощности, литологическому составу и свойствам грунтов, характеризующихся разной обводненностью и водоотдачей, со сложным чередованием водоносных и водоупорных слоев; на территории развития неблагоприятных геологических процессов и явлений, засыпанных искусственных и естественных понижений в рельефе, у сочленения различных геоморфологических элементов.

Расстояние между поперечниками определяется сложностью инженерно-геологических условий участка трассы. Протяженность поперечников в обе стороны от трассы зависит от сложности инженерно-геологических условий и ширины изучаемой полосы трассы. На поперечниках проходится не менее трех выработок.

2.26. Для подземных объектов, сооружаемых открытым способом: горным (в котлованах), "стена в грунте", "опускного колодца" – инженерно-геологические выработки размещаются по основным осям или по контуру сооружения.

Для подземных объектов, сооружаемых закрытым способом, инженерно-геологические выработки проходятся как для самих объектов, так и для сооружений, обеспечивающих подступ к ним (шахтные стволы, штольни).

Для самих подземных объектов инженерно-геологические выработки располагаются вдоль контура, но за его пределами, на расстоянии не менее

3 м от него. Допускается проходка инженерно-геологических выработок в пределах контура сооружения – по контуру и по основным осям. В таком случае инженерно-геологические выработки должны быть тщательно затампонированы во избежание прорыва воды, плывунов и разжиженного грунта через них в процессе строительства.

Для штолен инженерно-геологические выработки располагаются вдоль их осей на расстоянии не менее 3 м от контура.

Для шахтных стволов проходится одна-две инженерно-геологические выработки.

Количество инженерно-геологических выработок зависит от сложности инженерно-геологических условий площадки (трассы), размера сооружения в плане (протяженности трассы), чувствительности его к неравномерным осадкам.

2.27. Лабораторные исследования физико-механических свойств грунтов назначают в зависимости от особенностей грунтов, вида подземного сооружения, применяемых специальных способов работ, стадии проектирования. В состав определяемых параметров физико-механических свойств грунтов входят помимо общепринятых специфические характеристики, использование которых необходимо для проектирования специальных способов работ (водопонижения, замораживания, кессонирования, искусственного закрепления грунтов), а также для предварительных расчетов конструкции сооружений. Такими характеристиками являются: теплоемкость, теплопроводность, морозостойкость, коэффициент воздухопроницаемости, водоотдача, высота капиллярного поднятия, модуль упругости, коэффициент Пуассона, коэффициент бокового давления, коэффициент разрыхления, коэффициент крепости по Протодьяконову, временное сопротивление растяжению, скалыванию, изгибу, реологические, тиксотропные свойства, скорость распространения продольных сейсмических волн.

Номенклатура специфических параметров физико-механических свойств грунтов устанавливается проектировщиком в техническом задании. Если инженерно-геологические условия требуют применения специальных способов работ, которые не были предусмотрены проектировщиком, изыскатель должен определять параметры, необходимые для их проектирования, по согласованию с заказчиком.

Состав лабораторных исследований физико-механических свойств грунтов, включающий общепринятые и специфические параметры применительно к основным видам грунтов, приведен в табл. 2.

Механические свойства грунтов изучаются с учетом бытовых давлений, соответствующих проектируемым глубинам заложения подземных сооружений.

Допускается определять деформационные свойства только для грунтов, залегающих в основании сооружения.

Таблица 2

Лабораторные исследования физико-механических свойств грунтов	Вид грунта			
	песчаный	глинистый	крупнообломочный	скальный
Гранулометрический состав	х	с	х	–
Естественная влажность	х	х	х	х
Плотность	х	х	х	х
Плотность минеральных частиц	х	х	с	с
Пористость	х	х	с	с
Границы текучести и раскатывания	–	х	–	–

Продолжение табл. 2

Лабораторные исследования физико-механических свойств грунтов	Вид грунта			
	песчаный	глинистый	крупнообломочный	скальный
Показатель консистенции	–	х	–	–
Коррозионная активность грунтов	х	х	х	–
Набухание (влажность набухания, относительное набухание, давление набухания)	–	х	с	–
Усадка (относительная усадка при заданной нагрузке)	–	х	–	–
Просадочность (относительная просадочность, начальное просадочное давление)	–	х	–	–
Суммарное содержание легко- и среднерастворимых солей (водные или солянокислые вытяжки)	х	х	х	–
Относительное содержание растительных остатков	х	х	–	–
Степень разложения заторфованных грунтов	х	х	–	–
Удельное сопротивление пенетрации	–	х	–	–
Угол естественного откоса	х	–	–	–
Относительная величина суффозионной осадки	х	х	с	–
Угол внутреннего трения	х	х	с	–
Сцепление	х	х	с	–
Модуль общей деформации	х	х	с	–
Временное сопротивление одноосному сжатию (в водонасыщенном и воздушно-сухом состоянии)	–	с	с	х
Максимальная молекулярная влагоемкость	с	с	–	–
Коэффициент фильтрации	х	с	–	–
Водоотдача	с	–	–	–
Высота капиллярного поднятия	с	с	–	–
Размокаемость	–	с	с	–
Растворимость	–	–	–	с
Коэффициент размягчения	–	с	–	с
Коэффициент разрыхления	с	–	с	–
Теплоемкость	с	с	с	с
Теплопроводность	с	с	с	с

Продолжение табл. 2

Лабораторные исследования физико-механических свойств грунтов	Вид грунта			
	песчаный	глинистый	крупнообломочный	скальный
Морозостойкость	–	с	–	с
Коэффициент воздухопроницаемости	с	с	–	–
Модуль упругости	–	–	–	с
Коэффициент Пуассона	с	с	с	с
Коэффициент бокового давления	с	с	с	с
Временное сопротивление растяжению, скалыванию, изгибу	–	с	–	с
Реологические свойства	–	с	–	с
Тиксотропные свойства	с	с	–	–
Коэффициент выветрелости	–	–	с	с
Петрографический состав	с	с	с	с
Минеральный состав	с	с	–	–
Валовый химический состав	с	с	с	с
Емкость поглощения и состав обменных катионов в поглощающем комплексе	–	с	–	–
Палинологический анализ	с	с	–	–
Микрофаунистический анализ	с	с	–	–

Примечание. Обозначения: "х" – анализ выполняется обязательно; "с" – анализ выполняется по специальному заданию; "–" – анализ не выполняется.

2.28. На стадии разработки предпроектной документации подземного сооружения лабораторными методами изучаются физико-механические свойства литологических видов грунтов. Определяются следующие классификационные показатели:

для глинистых грунтов – число пластичности, консистенция, просадочность, способность к набуханию, засоленность, содержание органического вещества;

для песчаных грунтов – гранулометрический состав, плотность сложения, степень водонасыщения;

для крупнообмолочных грунтов – размер крупнообломочного материала, его соотношение с заполнителем, состав и состояние заполнителя;

для скальных грунтов – петрографический состав, временное сопротивление одноосному сжатию в водонасыщенном состоянии, растворимость и размягчаемость в воде.

Прочностные и деформационные свойства грунтов определяются в основном по таблицам нормативных значений этих показателей, корреляционным зависимостям, приведенным в нормативных и справочных документах, по аналогии. При необходимости определяются механические свойства отобранных образцов грунтов лабораторными методами. Для особо ответственных объектов производятся исследования механических свойств грунтов полевыми методами в шурфах, шахтах, штольнях, скважинах, что должно быть предусмотрено программой изысканий.

Количество образцов грунтов для каждого литологического вида должно составлять не менее трех в пределах геоморфологического элемента. Если изучаемая территория охватывает большую площадь и располагается в пределах одного геоморфологического элемента, то число образцов должно быть увеличено.

2.29. На стадиях разработки проекта, рабочей документации, рабочего проекта подземного сооружения лабораторными методами изучаются физико-механические свойства инженерно-геологических элементов в соответствии с п. 2.27. Количество образцов, отбираемых в пределах глубин инженерно-геологических выработок, определяется в соответствии с главой СНиП 2.02.01–83 и ГОСТ 20522–75. В совокупности с исследованными ранее образцами оно должно обеспечить получение не менее 10–12 частных значений характеристик физико-механических свойств, а при изысканиях на трассе – не менее 10–12 частных значений на 1 км для вычисления расчетных параметров. Отбор, упаковку, транспортировку и хранение образцов следует производить согласно ГОСТ 12071–84. Грунты. Отбор, упаковка, транспортирование и хранение образцов.

2.30. На стадии разработки рабочей документации отбор образцов грунтов для лабораторного определения их свойств осуществляется на участках применения специальных способов работ, распространения слабых грунтов, а также из инженерно-геологических элементов, свойства которых были недостаточно изучены на предыдущей стадии проектирования.

2.31. Состав параметров физико-механических свойств грунтов, изучаемых полевыми экспресс-методами (статическое, динамическое, ударно-вибрационное зондирование, пенетрационный каротаж) определяется возможностями применяемых методов. Испытания грунтов полевыми экспресс-методами производятся в соответствии с действующими стандартами.

2.32. Прочностные и деформационные свойства грунтов, определенные лабораторными методами, а также полевыми экспресс-методами, должны уточняться полевыми методами вращательного среза в скважинах, сдвига целиков, выпирания, обрушения, раздавливания призм грунта в шурфах, шахтах, штольнях, испытаниями грунтов штампом в шурфах, шахтах, скважинах и прессиометрами согласно действующим стандартам.

Уточнение прочностных и деформационных свойств грунтов производится при наличии в разрезе:

грунтов, физические характеристики которых выходят за пределы области применения таблиц нормативных значений прочностных и деформационных характеристик грунтов, приведенных в главе СНиП 2.02.01–83;

грунтов, для которых не установлены зависимости между механическими и физическими характеристиками свойств по данным статистической обработки материалов массовых испытаний, выполненных ранее;

неоднородных песчано-глинистых, трещиноватых, тонкослоистых и других грунтов, для которых результаты определения механических свойств лабораторными методами недостоверны.

2.33. Полевые методы определения прочностных и деформационных свойств грунтов применяются в зависимости от стадии проектирования, ответственности сооружения, или по требованию проектировщика. Количество определений прочностных и деформационных свойств грунтов полевыми методами должно быть не менее указанного в табл. 3. Опыты выполняются с учетом ранее произведенных испытаний.

Для особо ответственных объектов, сооружаемых открытым или закрытым способом, полевыми методами определяются прочностные свойства каждого инженерно-геологического элемента по всему разрезу, деформационные – начиная с отметок заложения и на глубину зоны влияния сооружения.

По согласованию с проектировщиком допускается не определять деформационные свойства грунтов полевыми методами.

2.34. На подрабатываемых территориях значения модуля деформации грунтов, полученные компрессионными и полевыми (статическое, динамическое зондирование, пенетрационный каротаж) методами, должны уточняться испытанием грунтов штампом в скважинах или шурфах. При этом давления должны доводиться до предельных значений.

Таблица 3

Территория проведения изысканий	Стадия проектирования	Количество определений механических свойств грунтов				
		прочностных свойств, определяемых		деформационных свойств, определяемых		
		в шурфах, шахтах	в скважинах	штампом		прессиометром
				в шурфах, шахтах	в скважинах	
Площадка, трасса (на 1 км)	Проект	3	6	3	6	6
	Рабочая документация	3	6	2	3	3

При компрессионных и штамповых испытаниях грунтов должны определяться модули остаточных, упругих и полных деформаций.

2.35. На подрабатываемых территориях прочностные и деформационные характеристики грунтов должны определяться при их природном состоянии. На участках прогнозируемого или развивающегося подтопления механические свойства грунтов определяются при полном водонасыщении.

Расчетные значения этих характеристик принимаются равными их нормативным значениям по главе СНиП II-9-78 "Здания и сооружения на подрабатываемых территориях".

2.36. На ранее подработанных территориях, где физико-механические свойства грунтов подвергались изменению в связи с нарушением сплошности массива, необходимо анализировать характер распределения прочностных и деформационных параметров различных инженерно-геологических элементов *по площади, сопоставляя его с планом размещения отработанных* подземных горных выработок и целиков. При выявленных различиях в значениях модуля деформации, удельного сцепления и угла внутреннего трения в 1,5–2 раза и более аномальные участки (пониженных значений) оконтуриваются, их параметры исключаются из общей статистической обработки и рассчитываются отдельно. Следует акцентировать внимание проектировщиков на необходимость раздельного учета характеристик механических свойств грунтов в подобных случаях.

2.37. Отбор проб подземных вод на химический анализ производится с целью определения содержания ингредиентов, агрессивности по отношению к бетону, металлу, а также с целью прогноза изменения химического состава под влиянием сброса и утечек промышленных вод из близрасположенного предприятия или из сооружаемого подземного объекта.

Отбор проб осуществляется из вскрытых инженерно-геологическими выработками водоносных горизонтов, уровень которых превышает проектную отметку заложения сооружения, находится ниже этой отметки, но может повыситься и затопить подземное сооружение при сезонном подъеме или под влиянием антропогенных факторов. Если уровень подземных вод временно снижен откачками, следует использовать данные химических анализов прошлых лет.

Выполняется стандартный химический анализ, согласно требованиям главы СНиП II-28-73* "Защита строительных конструкций от коррозии" и ГОСТ 9.015–74 с изм. ЕСЗКС. "Подземные сооружения. Общие технические требования".

2.38. Опытно-фильтрационные работы проводятся на участках, где уровень подземных вод располагается выше основания подземного сооружения, с целью расчета водопритока в котлованы, шахтные стволы, штольни, траншеи и другие подземные выработки, а также для проектирования водопони-

зительных и дренажных систем. Определяются гидрогеологические параметры водоносных слоев (горизонтов) и грунтов зоны аэрации (коэффициенты фильтрации, уровне- и пьезопроводности, водоотдачи, недостатка насыщения, перетекания), направление и скорость движения подземных вод.

2.39. Опытно-фильтрационные работы включают пробные одиночные, опытные одиночные и кустовые откачки воды из скважин, опытные наливы воды в скважины и экспресс-опыты (откачки и наливы) в скважинах. Опробуются все водоносные горизонты в пределах проектируемой глубины заложения подземного сооружения и нижезалегающий водоносный горизонт, если из него ожидается водоприток.

Пробные откачки из одиночных скважин производятся для получения предварительной оценки фильтрационных свойств водовмещающих грунтов и химического состава подземных вод на стадиях разработки предпроектной документации, при рекогносцировке. Они проводятся на одну ступень понижения при продолжительности откачек от 0,5 до 2 сут.

Опытные откачки из одиночных скважин производятся для определения ориентировочных значений коэффициентов фильтрации грунтов и водопроводимости пластов, установления зависимости дебита от понижения и применяются в простых гидрогеологических условиях (однородные или однородно-анизотропные пласты) на всех стадиях проектирования. Они производятся на одну ступень понижения, а для установления зависимости дебита от понижения – на две-три ступени. Продолжительность откачки на каждую ступень испытания должна быть не менее двух и не более 5 сут. Величина понижения уровня должна быть не менее 1 м.

Опытные кустовые откачки применяются в сложных гидрогеологических условиях, когда водоносный горизонт слагается несколькими слоями дисперсных грунтов различной проницаемости или скальными трещиноватыми грунтами с сильно выраженной анизотропией фильтрационных свойств, и позволяют получать все гидрогеологические параметры с высокой достоверностью. Откачки проводятся при одной ступени понижения с минимальной продолжительностью 3 сут. Величина понижения в возмущающей скважине должна быть не менее 3 м в безнапорных водоносных горизонтах и не менее 4 м в напорных [10].

Изменение фильтрационных свойств грунтов по глубине скважины изучается путем поинтервальных откачек при пробных одиночных и опытных одиночных или кустовых откачках. Целесообразно вместо поинтервальных откачек проводить расходометрию.

Дополнительно к опытным откачкам производятся экспресс-откачки или экспресс-наливы с целью массового определения фильтрационных свойств грунтов, а также для изучения фильтрационных свойств слабопроницаемых грунтов.

Опытно-фильтрационные работы проводятся согласно ГОСТ 23278–78. Грунты. Методы полевых испытаний проницаемости.

Направление и скорость движения подземных вод определяются методом заряженного тела, резистивиметрией, термометрией, индикаторным методом.

2.40. Геофизические исследования проводятся с целью расчленения разреза, определения рельефа кровли скальных грунтов, мощности коры выветривания, выявления древних эрозионных размывов, определения уровня грунтовых вод, направления, скорости течения и мест разгрузки подземных вод, установления зон тектонических нарушений, интенсивности трещиноватости, оконтуривания подземных полостей естественного и искусственного происхождения, определения физико-механических свойств грунтов, их коррозионной активности, наблюдений за движением оползневых масс на склоне, измерения величин естественных и блуждающих токов и др.

В городах возможность применения геофизических методов ограничена ввиду высокого уровня промышленных помех и большой плотности застройки, затрудняющей разметку линий с приборами. В связи с этим предпочтение следует отдавать скважинным методам – электрическому каротажу, сейсмоакустическому каротажу, резистивиметрии, расходометрии.

Из наземных геофизических методов в городских условиях рекоменду-

ются: электроразведка на постоянном токе в модификации ВЭЗ и профилирование; электроразведка методом естественного поля с градиент-установкой; сейсморазведка методом преломленных волн; непрерывное сейсмоакустическое профилирование на акваториях. Достоверность интерпретации результатов геофизических исследований повышается при комплексном применении методов или их модификаций. Выбор комплекса геофизических методов определяется решаемой задачей, глубиной заложения подземного сооружения и осуществляется в соответствии с главой СНиП II-9-78. Объем геофизических исследований устанавливается в соответствии с СН 225-79.

При проведении электроразведки следует применять компенсаторы для гашения электрических помех, при выполнении сейсморазведки необходимо предусматривать ослабление помех механического и электрического происхождения путем выбора времени производства работ, места расположения профилей, применения методов накопления полезного сигнала, с помощью аппаратурной фильтрации и др.

2.41. На подрабатываемых территориях поиски устьев старых шахтных стволов, шурфов, отработанных подземных горных выработок, располагающихся на небольших глубинах от поверхности (до 100 м), мест выхода под перекрывающую толщу тектонических нарушений, пластов полезных ископаемых следует осуществлять комплексом геофизических методов, включающих эманационную, газовую, магнитометрическую съемки, электроразведку и другие с последующим бурением контрольных скважин для подтверждения выявленных аномалий.

2.42. С повышением класса подземных сооружений детальность инженерно-геологических изысканий возрастает.

2.43. При необходимости, по спецзаданию выполняются работы по измерению напряженного состояния массива грунтов, опытному водопонижению, опытному закреплению грунтов, моделированию напряженного состояния массива, геологических процессов, изучению горного давления, определению коэффициента упругого отпора, прочностных характеристик ослабленных контактов и прослоев в скальных грунтах, а также по производству микробиологических исследований с целью выявления бактерий и влияния их на обделку подземного сооружения при кессонном способе работ. Для проведения этих работ следует привлекать специализированные научно-исследовательские организации.

2.44. Для прогноза изменения режима подземных вод и развития неблагоприятных геологических процессов в естественных условиях и под влиянием антропогенных факторов проводятся стационарные наблюдения. Наблюдения за режимом подземных вод ведутся в специально оборудованных скважинах, выбранных из числа имеющихся инженерно-геологических выработок. При необходимости бурятся дополнительные наблюдательные скважины. Если на участке производились кустовые откачки, нагнетания или наливы, то следует оставлять для стационарных наблюдений за режимом подземных вод по одной наблюдательной скважине на каждом опытном кусте.

На участках развития неблагоприятных геологических процессов оборудуются гидрогеологические наблюдательные скважины, закладывается реперная сеть, осуществляются геодезические и геофизические работы.

На подрабатываемых территориях проводятся наблюдения за уровнями поверхностных водотоков и водоемов с привлечением специалистов-гидрологов. В местах ожидаемых максимальных деформаций земной поверхности, образования уступов, трещин, провалов устанавливаются грунтовые и стенные реперы и проводятся периодические нивелировки с привлечением геодезической службы горнодобывающего предприятия. На трещинах, образовавшихся в стенах зданий и сооружений, ставятся маяки, за состоянием которых ведутся наблюдения.

Наблюдения проводятся в пунктах, намеченных на ранних стадиях изысканий, продолжаются на последующих стадиях, а при необходимости – в период строительства и эксплуатации сооружения.

Размещение пунктов стационарных режимных наблюдений и сами наблюде-

ния производятся в соответствии с существующими методическими руководствами и рекомендациями [1 – 5, 7, 11, 16].

2.45. Прогнозирование изменений инженерно-геологических условий под влиянием проектируемого строительства основывается на анализе: инженерно-геологических условий на момент изысканий; характера воздействия строительства и эксплуатации подземного сооружения на компоненты геологической среды – грунты, подземные воды, геологические процессы и явления; на учете данных стационарных режимных наблюдений.

Определяются места возможных прорывов напорных и безнапорных подземных вод, плывунов, повышенных водопритоков, горного давления, больших оседаний земной поверхности, обрушений, выдавливания, вывалов грунтов, подъема уровня грунтовых вод вследствие барражирующего воздействия сооружений.

На подрабатываемых территориях в дополнение к вышеуказанному необходимо использовать прогнозные данные о характере и величинах деформаций земной поверхности, полученные от службы горно-геологического обоснования проектирования, имеющейся в проектной организации. Анализ этих данных, а также геологического строения и литологического состава грунтов позволит выявить участки возможного повышения и понижения уровня грунтовых вод, подтопления, заболачивания, оползневых смещений вследствие подработки.

В зависимости от обеспеченности необходимой информацией прогноз может быть качественным, количественным или качественным для одних процессов и количественным для других. При прогнозе следует шире использовать метод аналогий.

2.46. Инженерно-геологические выработки, пройденные в процессе инженерно-геологических изысканий, за исключением переданных заказчику для продолжения стационарных наблюдений, подлежат ликвидации тампонажем или засыпкой грунтом с разделением водоносных и водоупорных слоев.

2.47. По результатам инженерно-геологических изысканий составляется технический отчет (заключение), состоящий из текстовой части, текстовых и графических приложений.

2.48. На стадии предпроектной документации составляется техническое заключение, в котором характеризуется: состав, объем, методы, сроки выполнения работ, физико-географические условия, геологическое строение, гидрогеологические и геодинамические условия, физико-механические свойства грунтов по всей изучаемой территории и по вариантам площадок (трасс), особенности инженерно-геологических условий площадок (трасс) с выделением неблагоприятных факторов и оценкой их влияния на подземное строительство; возможное изменение инженерно-геологических условий под влиянием строительства и эксплуатации подземного сооружения. В "Выводах" обосновывается выбор площадки (трассы) для строительства и даются рекомендации по размещению пунктов стационарных режимных наблюдений на выбранной площадке (трассе).

Текстовые и табличные приложения содержат:

техзадание на производство инженерно-геологических изысканий;

программу изыскательских работ;

сводные таблицы результатов определений физико-механических свойств грунтов и химического состава подземных вод по фондовым материалам и данным выполненных изысканий;

сводную таблицу нормативных значений свойств литологических видов грунтов;

каталоги выработок, точек зондировочных и опытно-фильтрационных работ.

Графические приложения содержат:

карту фактического материала;

карту инженерно-геологических условий и предварительного инженерно-геологического районирования площадок (трасс) для особо ответственных объектов;

схематические инженерно-геологические разрезы по площадкам (трассам);

инженерно-геологические колонки горных выработок, масштаб 1 : 100;
листы результатов обработки опытно-фильтрационных работ.

2.49. На стадиях – проект, рабочая документация, рабочий проект составляется технический отчет.

Текстовая часть отчета содержит следующие главы:

Введение. Излагаются задачи инженерно-геологических изысканий, краткие сведения о проектируемых подземных объектах; характеризуются состав, объем, методика, сроки выполнения изысканий, состав исполнителей.

Физико-географические условия. Описываются местоположение района изысканий, климат, рельеф, гидрографическая сеть, геологические процессы и явления; указывается глубина сезонного промерзания грунтов; отмечаются особые условия, оказывающие влияние на строительство, – наличие подрабатываемых или подработанных территорий, засыпанных пойм речек, ручьев, карьеров, оврагов и др.

Изученность природных условий. Указывается количество пробуренных ранее скважин, выполненных точек зондирования, геофизических работ, их размещение на территории, глубины, назначение, организации-исполнители, время производства работ и их основные результаты. Приводятся сведения о наличии деформационных зданий и сооружений.

Геологическое строение и гидрогеологические условия. Описываются условия залегания, возраст, генезис, литологический состав грунтов, тектонические структуры и тектоническая нарушенность толщ. Характеризуются водоносные горизонты, режим подземных вод, их химический состав, агрессивность, указываются амплитуды сезонного колебания уровня грунтовых вод.

Физико-механические свойства грунтов. Освещается характер пространственной изменчивости свойств каждого инженерно-геологического элемента и дается ее оценка. Приводятся нормативные и расчетные значения физических и механических характеристик инженерно-геологических элементов, вычисленные согласно требованиям ГОСТ 20522–75 и главы СНиП 2.02.01–83.

Инженерно-геологические условия. Даются характеристика участков, различающихся по инженерно-геологическим условиям, их сравнительная оценка; рекомендации по размещению подземных объектов и по выбору специального способа производства строительных работ; прогноз изменения инженерно-геологических условий в процессе строительства и эксплуатации сооружений и рекомендации по выбору мероприятий, направленных на предотвращение или ослабление развития неблагоприятных геологических процессов.

Выводы. Кратко излагаются основные результаты изучения инженерно-геологических условий территории, рекомендуются оптимальный вариант размещения подземного сооружения, специальные способы производства подземных работ, мероприятия по борьбе с неблагоприятными геологическими процессами.

Текстовые и табличные приложения содержат:

копии технических заданий на производство инженерных изысканий;

программу изыскательских работ;

сводные таблицы результатов лабораторных определений свойств грунтов и подземных вод;

сводную таблицу нормативных и расчетных значений характеристик инженерно-геологических элементов;

паспорта определений прочностных и деформационных свойств грунтов;

сводные таблицы результатов измерений и интерпретации физических параметров грунтов по геофизическим исследованиям;

сводные таблицы результатов петрографического описания грунтов, минералогических и других специальных анализов;

каталоги выработок, точек геофизических, зондировочных работ.

Графические приложения содержат:

карту фактического материала;

инженерно-геологические разрезы территории изысканий, на которых выделяются неблагоприятные для строительства участки с прогнозом разви-

тия подземных геологических процессов и рекомендуются специальные способы производства строительных работ;

инженерно-геологические или геолого-литологические колонки инженерно-геологических выработок, масштаб 1 : 100;

листы результатов обработки данных полевых опытных, опытно-фильтрационных, стационарных работ, лабораторных определений характеристик грунтов и вод;

геолого-геофизические карты и разрезы.

Для подрабатываемых территорий графические приложения дополняются планом подземных горных выработок с указанием перспективы разработки полезного ископаемого, границ зоны влияния горных работ, мест ожидаемых максимальных сдвижений, образований провалов, уступов на земной поверхности, а также геологическими картами и разрезами месторождений, составленными при геологической разведке. На картах инженерно-геологических условий и районирования дополнительно показываются границы образования мульд сдвижения и прочие деформации поверхности, осушенные участки и водоемы, подтопленные и заболоченные вследствие подработки площади.

Отдельные уточнения и дополнения к содержанию глав отчета (заключения), а также к составу графических приложений, их масштабу, обусловленные особенностями требований к изысканиям для различных по назначению подземных объектов, приводятся в соответствующих главах настоящих Рекомендаций.

Количество и наименование глав в отчете допускается изменять в зависимости от степени изученности, сложности инженерно-геологических условий, площади участка или протяженности трассы изысканий, целевого назначения подземного сооружения, решаемых проектных задач.

2.50. В период строительства подземного сооружения должны выполняться их контрольные обследования с целью проверки правильности выводов, содержащихся в технических отчетах по инженерно-геологическим изысканиям, а при необходимости и дополнительные работы. На их основании вносятся уточнения или изменения в способы производства строительных работ и в конструкции сооружений. Обследования включают осмотр стен, забоев, сводов выработок, при котором фиксируется состояние грунтов, обрушения, проявления горного давления, водопроявления, состояние временного крепления и постоянной обделки, а также отбор образцов грунтов и проб подземных вод.

В процессе наблюдений составляется документация, включающая записи в журнале наблюдений, зарисовки, фотографирование. Если имеются опасения в отношении изменения физико-механических свойств грунтов, следует отбирать контрольные образцы для установления соответствия параметров их свойств принятым расчетным характеристикам. Отбираются пробы подземных вод из вскрываемых водоносных горизонтов для определения их агрессивности. О всех случаях расхождения фактических данных с материалами изысканий следует ставить в известность проектную организацию.

Результаты наблюдений оформляются в виде продольного инженерно-геологического профиля по выработке. Для простых инженерно-геологических условий, когда не обнаружено расхождение между данными изысканий и фактическими, продольный профиль не составляется.

Документация прикладывается к техническому отчету о выполненных изысканиях для данного объекта, а также передается в проектную и строительную организации.

2.51. Периодичность обследования строящегося подземного сооружения определяется сложностью инженерно-геологических условий, скоростью проходки подземной выработки, видом и ответственностью сооружения, его размерами.

На участках с простыми инженерно-геологическими условиями при проходке траншей для различного вида водонесущих коммуникаций, трубопроводов, котлованов неглубокого заложения для локальных объектов, пешеходных переходов, транспортных тоннелей допускается произвести их контрольное обследование один раз – по окончании земляных работ.

При сложных инженерно-геологических условиях для тех же сооружений траншеи и котлованы обследуются по мере их проходки через 5–10 м. Осмотр шахтных стволов в простых инженерно-геологических условиях производится через 5 м, в сложных – через 1–2 м.

Обследование прокладываемых закрытым способом коллекторов, трубопроводов, а также котлованов глубокого заложения производится: в простых инженерно-геологических условиях – через 15–20 м, в сложных – через 3–5 м.

В очень сложных инженерно-геологических условиях для особо ответственных сооружений производятся непрерывные наблюдения вслед за проходкой.

Описание инженерно-геологических наблюдений при строительстве метрополитена приводится в разд. 9.

Контрольные обследования выполняются специальной службой инженерно-геологических работ при изыскательских или проектно-изыскательских организациях.

3. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗЫСКАНИЯ ДЛЯ ОБОСНОВАНИЯ СХЕМЫ КОМПЛЕКСНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОДЗЕМНОГО ПРОСТРАНСТВА В СОСТАВЕ ТЭО ГЕНПЛАНА, ГЕНПЛАНА, ПРОЕКТА ДЕТАЛЬНОЙ ПЛАНИРОВКИ, ПРОЕКТА ПЛАНИРОВКИ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЗОНЫ

3.1. В составе ТЭО генплана, генплана, проекта детальной планировки, проекта планировки промышленной зоны разрабатываются схемы комплексного использования подземного пространства, которые основываются на материалах, освещающих инженерно-геологические условия подземной среды и их изменение под влиянием деятельности человека.

3.2. Инженерно-геологические изыскания для обоснования схем комплексного использования подземного пространства на всех перечисленных этапах включают сбор, анализ и обобщение фондовых и литературных материалов об инженерно-геологических условиях территории проектируемого подземного строительства и инженерно-геологическую рекогносцировку.

3.3. При инженерно-геологической рекогносцировке производятся преимущественно маршрутные наблюдения, при которых:

обращается внимание на характер рельефа, поверхностные водотоки и водоемы, геологические процессы и явления – оврагообразование, оползни, карст, механическую суффозию, сели и др.;

осматриваются и документируются естественные и искусственные обнажения: траншеи, канавы, котлованы, карьеры; изучается поведение грунтов в их откосах;

изучается состояние застройки и особенно над существующими и строящимися подземными сооружениями, выявляются деформации строений и их причины;

производится осмотр строящихся подземных сооружений;

осуществляется ознакомление с опытом ранее выполненного подземного строительства;

намечаются участки для проведения стационарных режимных наблюдений.

3.4. Маршрутные наблюдения выполняются в пределах территории проектируемого подземного сооружения с захватом прилегающих площадей в случае развития там неблагоприятных геологических процессов и явлений, распространяющихся и на изучаемую территорию. Расстояние между трассами маршрутов составляет 100–500 м в зависимости от размеров исследуемой территории, сложности рельефа, плотности застройки, наличия и разнообра-

зия геологических процессов и явлений. Количество точек наблюдений не нормируется и определяется изыскателем исходя из природной обстановки

3.5. В случае недостаточности материалов прошлых лет для оценки инженерно-геологических условий отдельных участков осуществляются:

проходка опорных скважин;

статическое, динамическое зондирование, пенетрационный каротаж;

опробование грунтов лабораторными методами;

опробование подземных вод;

геофизические работы.

Количество и глубина горных выработок определяются техническим заданием заказчика, которое содержит сведения о глубинах размещения подземных объектов, зонировании территории по степени использования подземного пространства и основных типах проектируемых сооружений.

3.6. Местоположение буровых скважин, шурфов, геофизических профилей, точек зондировочных работ определяется на основании изучения карты фактического материала и рекогносцировочных маршрутов.

3.7. На участках, для которых отсутствует необходимая инженерно-геологическая информация, следует бурить одну-три опорные скважины на геоморфологический элемент и выполнять зондировочные и пенетрационно-каротажные работы в количестве одной точки у каждой опорной скважины и двух-трех точек между опорными скважинами, а также геофизические исследования. Если изучаемая территория охватывает большую площадь и располагается в пределах одного геоморфологического элемента, то число опорных скважин и точек зондирования следует увеличить на территории, располагающейся в пределах геоморфологического элемента с пестрым и изменчивым геологическим строением (пойма реки, озерная котловина и др.).

Каждый водоносный горизонт должен характеризоваться не менее чем тремя пробами воды.

3.8. Инженерно-геологическая рекогносцировка в районах развития неблагоприятных геологических процессов и явлений имеет свою специфику [15].

В районах развития карста выполняются, описываются и типизируются его проявления на поверхности; устанавливается их приуроченность к геоморфологическим элементам, геологическим структурам, литологическим типам пород; изучается состояние водотоков и водоемов, их гидрологический режим; выявляется состояние зданий и сооружений.

В районах развития оползней устанавливаются характер рельефа склона, размеры пораженной оползнями территории, морфология оползневых тел, водопроявления, деформированные здания и сооружения на склоне и вблизи его бровки; возможные факторы оползнеобразования; состояние сооружений противооползневой защиты.

В районах развития процессов переработки берегов морей, озер, водохранилищ выявляются участки размыва грунтов и аккумуляции отложений, наличие заболоченности; по возможности устанавливается ориентировочная скорость отступания берегов, размеры зоны подтопления; собираются сведения о количестве зданий с затопленными подвалами и их расположении; оценивается состояние противоабразионных сооружений.

В районах развития селей рекогносцировка проводится в очагах их возможного зарождения. Определяется наличие рыхлого материала и его ориентировочный объем.

В районах развития процесса подтопления территории хозяйственно-бытовыми и промышленными водами выявляются здания с затопленными подвалами, возможные источники подтопления, заболоченные участки.

3.9. На подрабатываемых территориях при проведении рекогносцировки дополнительно к изысканиям, выполняемым в обычных условиях, должны быть установлены:

мощность и состав отложений, перекрывающих толщу пород, содержащую полезное ископаемое;

места выхода под перекрывающие отложения полезного ископаемого и разрывных тектонических нарушений;

местонахождение устьев старых шахтных стволов и шурфов;

местонахождение старых отработанных подземных горных выработок, залегающих на малых глубинах;

наличие провалов, трещин разрыва, уступов, локальных повышений и понижений земной поверхности, мульд сдвижений;

обмеление или исчезновение водотоков, водоемов.

3.10. На основании собранных материалов составляются карта инженерно-геологических условий подземного строительства и районирования или самостоятельные карты инженерно-геологических условий и инженерно-геологического районирования территории по условиям подземного строительства.

Предельную глубину освещения инженерно-геологических условий на картах целесообразно ограничить 80–100 м, отвечающими максимальной глубине заложения метрополитена.

3.11. В зависимости от степени изученности территории масштабы карт и глубина освещения на них инженерно-геологических условий меняются. В табл. 4 приведены эти характеристики для трех возможных вариантов изученности территории города.

Для подземного объекта, проектируемого ниже глубин, освещенных картой инженерно-геологических условий и районирования, инженерно-геологические изыскания проводятся отдельно, в соответствии с принятой стадийностью проектирования, которая определяется заказчиком.

3.12. На стадиях проекта детальной планировки, проекта планировки промышленной зоны карты инженерно-геологических условий и районирования, составленные для обоснования ТЭО генплана или генплана города, уточняются и конкретизируются как за счет материалов изысканий, которые не могли быть использованы при составлении карт более мелкого масштаба для ТЭО генплана и генплана, так и за счет выполнения небольшого объема инженерно-геологических изысканий на участках, недостаточно охарактеризованных в инженерно-геологическом отношении, о чем говорится в пп. 3.4–3.9.

3.13. Разнообразие инженерно-геологических условий территорий городов и их существенные отличия в платформенных и горно-складчатых областях требуют дифференцированного подхода к содержанию карт инженерно-геологических условий для подземного строительства.

3.14. Для платформенных областей на картах инженерно-геологических условий показываются: геолого-генетические комплексы пород, распространенные с поверхности, их состав; состав и строение нижележащей толщи, характеризующиеся геолого-литологическими колонками; площади распространения и глубины залегания слабых грунтов; контуры древних речных эрозионных врезов и их глубины; разрывные тектонические нарушения и зоны интенсивной трещиноватости; глубины залегания уровня грунтовых вод, их агрессивность; участки с напорным характером грунтовых вод, повышенной водообильностью грунтов и возможного прорыва артезианских вод, их напоры; территории и глубины распространения неблагоприятных природных и антропогенных геологических явлений.

Карты дополняются таблицей физико-механических свойств основных литологических видов грунтов с обязательным выделением слабых разностей и грунтов несущего слоя. Для нескальных грунтов приводятся следующие показатели их свойств: плотность, влажность, пористость, пластичность, показатель консистенции, модуль деформации, угол внутреннего трения, сцепление, относительная просадочность, набухаемость, содержание легко- и среднерастворимых солей, органического вещества. Скальные грунты характеризуются: плотностью, влажностью, пористостью, временным сопротивлением сжатию, коэффициентом крепости по Протодьяконову. Приводятся также гидрогеологические характеритики: коэффициенты фильтрации, водоотдачи, пьезо- и уровнепроводности. Показатели свойств грунтов представляются крайними и средними значениями.

На стадиях проекта детальной планировки, проекта планировки промышленной зоны упомянутые характеристики физико-механических свойств уточняются.

3.15. Для горно-складчатых областей содержание карт инженерно-геоло-

Таблица 4

Основные этапы градостроительного проектирования	Характеристики вариантов инженерно-геологической изученности подземного пространства города		
	Хорошая изученность на глубину 80–100 м	Недостаточная изученность в плане и на глубину 80–100 м	Хорошая изученность на глубину 15–20 м и слабая изученность нижней толщи
	Карта инженерно-геологических условий и районирования		
	Масштабы		
Генплан	1 : 25 000 – 1 : 10 000	1 : 50 000 (карта-схема)	1 : 25 000 – 1 : 10 000
	Уточненная карта		
	Масштабы		
Проект детальной планировки	1 : 2 000 – 1 : 1 000	1 : 5 000	1 : 2 000 – 1 : 1 000
Проект планировки промышленной зоны (района)	1 : 5 000	1 : 25 000 – 1 : 10 000	1 : 5 000

гических условий может изменяться в зависимости от того, где расположен город – на территории со значительным размахом рельефа поверхности или на территории с небольшими колебаниями абсолютных отметок.

Для территорий со значительным размахом рельефа поверхности на картах инженерно-геологических условий отображаются:

распространение и состав геолого-генетических комплексов четвертичных и коренных грунтов, залегающих с поверхности; строение и состав нижележащей толщи характеризуется с помощью типовых геолого-литологических колонок;

современная подвижность тектонических структур, разрывные и складчатые нарушения, разломы, зоны интенсивной трещиноватости, глубина разрушения грунтов процессами разгрузки, выветривания;

глубина залегания уровня первого от поверхности водоносного горизонта, его агрессивность; участки с повышенными водопритоками;

природные и антропогенные геологические явления, опасные для строительства, площади их распространения, глубина развития.

Для территорий с относительно спокойным рельефом содержание карты инженерно-геологических условий при большой мощности четвертичных отложений может соответствовать содержанию одноименной карты для платформенных областей.

К картам также прикладываются таблицы физико-механических свойств основных литологических видов грунтов, о которых сказано в п. 3.14.

3.16. Карта инженерно-геологических условий может совмещаться с картой инженерно-геологического районирования путем оконтуривания районов с разной степенью благоприятности территории для подземного строительства. Районирование для целей подземного строительства осуществляется на основе инженерно-геологической типизации территорий, которые отличаются друг от друга набором наиболее важных для подземного строительства факторов и относительной выдержанностью их в границах каждого района.

3.17. Признаками выделения районов являются такие факторы (располагающиеся в порядке уменьшения их значимости): глубина залегания и мощность слоев с хорошими несущими свойствами, выдержанных по простиранию; обводненность грунтов – наличие напорных и безнапорных водоносных горизонтов, их водообильность; распространение и мощность грунтов со слабыми несущими свойствами – нескальных и скальных (зоны дробления); наличие геологических процессов и явлений.

3.18. По степени благоприятности инженерно-геологических условий для подземного строительства выделяются районы благоприятные, недостаточно благоприятные, неблагоприятные.

3.19. Районы благоприятные характеризуются наличием выдержанных по простиранию и мощности пластов и толщ грунтов с хорошими несущими свойствами (скальных и нескальных), залегающих как в верхней части разреза, так и глубже. Имеются подземные воды: безнапорные и напорные. Безнапорные водоносные горизонты обладают небольшой водообильностью, а водосодержащие грунты – хорошей водоотдачей. Напорные воды не представляют опасности с точки зрения возможности прорыва водоупорных толщ, служащих основанием подземных сооружений. Борьба с водопритоками может вестись с помощью простейшего водоотлива или водопонижающих скважин, легких иглофильтровых установок. Неблагоприятные геологические процессы и явления отсутствуют или слабо развиты. Следует принимать меры против их развития.

3.20. Районы недостаточно благоприятные отличаются невыдержанностью по простиранию и мощности грунтов с хорошими несущими свойствами и чередованием их со слабыми грунтами. Имеются свободные и напорные подземные воды – пластовые и трещинные. Грунтовые воды иногда имеют напор. Нескальные грунты обладают средней и слабой водопроницаемостью и водоотдачей. Возможны прорывы напорных вод в подземные выработки. Трещинные воды характеризуются значительными притоками. Борьба с водопритоками должна осуществляться с помощью водопонижающих скважин, легких иглофильтров, эжекторных установок, вакуумного водопонижения.

Развиты неблагоприятные природные и антропогенные геологические процессы и явления, с которыми необходимо вести борьбу.

3.21. Районы неблагоприятные характеризуются отсутствием выдержанных пластов грунтов с хорошими несущими свойствами. Из нескальных грунтов широко распространены глины текучей консистенции, рыхлые пески, пески плывунного типа, илы, сапропели, торфы и заторфованные разности. Скальные грунты сильно трещиноваты, рассланцованы, разбиты тектоническими нарушениями. Горизонт грунтовых вод невыдержан по простиранию и мощности, местами обладает напором. Водопроницаемость и водоотдача нескальных грунтов слабая. Водопритоки в скальных грунтах большие. Имеется опасность прорыва напорными водами водоупорных толщ, служащих основанием подземных сооружений. Развиты природные и антропогенные геологические процессы и явления, которые могут осложнить строительство. Требуется применение специальных способов работ: замораживания, проходки под сжатым воздухом, искусственного закрепления грунтов, усиления обделки сооружений.Необходимо осуществлять дорогостоящие мероприятия по борьбе с неблагоприятными процессами и явлениями.

3.22. Отсутствие какого-либо признака, более слабое или сильное его проявление на территории позволяют относить ее к другому району соответственно с более лучшими или худшими условиями для подземного строительства.

3.23. Характеристику районов, выделенных на карте районирования, следует приводить в отдельной таблице, содержащей следующие вертикальные графы: инженерно-геологический район и его номер; тип геологического строения (разрез); геолого-генетические комплексы; гидрогеологические условия; геологические процессы и явления; оценка и прогноз инженерно-геологических условий; рекомендуемые способы ведения подземных работ.

В графе "Оценка и прогноз инженерно-геологических условий" указываются толщи грунтов, которые могут быть использованы как основание и среда для сооружения, а также факторы, осложняющие строительство; обращается внимание на изменения гидрогеологических условий (возникновение депрессионных воронок, подтопление) и прогнозируется развитие нежелательных геологический процессов.

В графе "Рекомендуемые способы ведения работ" предлагаются в зависимости от устойчивости и обводненности грунтов различные виды водопонижения, способы замораживания, кессонирование и пр.

3.24. В случае загруженности карты инженерно-геологических условий информацией контуры инженерно-геологических районов с цифровыми обозначениями показываются на прозрачной пленке или восковке, накладываемой на карту инженерно-геологических условий. При необходимости составляется самостоятельная карта инженерно-геологического районирования с выделением районов и их характеристикой в отдельной таблице, содержание которой указано в п. 3.23.

3.25. К картам инженерно-геологических условий и районирования прилагаются инженерно-геологические разрезы. Направление их должно выбираться таким образом, чтобы они пересекли возможно большее количество районов, разнообразных по инженерно-геологическим условиям.

Разрезы должны отразить геологическое строение толщи грунтов, их состав, уровни и напоры подземных вод, слои слабых грунтов. Если последние не могут быть показаны в масштабе разреза, их выделяют внемасштабным знаком. Показываются разрывные нарушения, зоны интенсивной трещиноватости, места возможных обрушений, вывалов, выдавливания грунтов, прорывов подземых вод и плывунов, оползнеопасные и закарстованные участки.

Под разрезом в горизонтальных графах освещаются: расстояние (в метрах), тектоническая структура (при необходимости), устойчивость грунтов, обводненность, прогноз изменения инженерно-геологических условий, рекомендуемые способы ведения подземных работ.

3.26. Карта инженерно-геологических условий и районирования для подземного строительства сопровождается пояснительной запиской. Она должна

содержать: сведения о составе, объемах, методах, сроках выполнения и исполнителях работ; характеристику физико-географических условий, инженерно-геологической изученности территории, особенностей инженерно-геологических условий в целом и по выделенным районам. На карте в пределах районов следует указать слои грунтов, которые могут быть использованы для размещения в них или на них подземных сооружений; приблизительно оценить обводненность толщ, вскрываемых при строительстве; охарактеризовать физико-механические свойства основных литологических видов грунтов, неблагоприятные геологические процессы и явления; дать предварительный прогноз изменения геологической среды под влиянием строительства и эксплуатации подземных сооружений, рекомендации по специальным способам ведения работ; наметить места расположения пунктов стационарных режимных наблюдений за геологическими процессами и подземными водами.

3.27. Карта инженерно-геологических условий и районирования для подземного строительства составляется на основе вспомогательных карт: геоморфологической, четвертичных отложений, коренных грунтов; рельефа кровли и мощности слоев и толщ грунтов, выдержанных по простиранию и обладающих хорошими несущими свойствами; карты-срезы инженерно-геологических условий и районирования для разных глубин, определяемых принятым вертикальным зонированием и степенью изученности территории; гидрогеологической, тектонической, природных и антропогенных геологических явлений. Количество и состав вспомогательных карт определяются особенностями инженерно-геологических условий территории.

В зависимости от того, в пределах каких основных тектонических структур располагаются города – платформенных или горно-складчатых, – состав вспомогательных карт будет несколько отличаться. Наряду с картами, общими для обеих тектонических структур, требуются карты, отражающие специфику инженерно-геологических условий данной территории.

3.28. Для платформенных областей необходимы вспомогательные карты:

геоморфологическая;

геологическая, четвертичных отложений;

геологическая, коренных грунтов (если они встречаются в пределах глубин проектируемого строительства);

рельефа кровли и мощности слоев и толщ грунтов, выдержанных по простиранию и обладающих хорошими несущими свойствами;

карты-срезы инженерно-геологических условий и районирования для разных глубин, определяемых принятым вертикальным зонированием и степенью изученности территорий;

гидрогеологическая, распространения безнапорных и напорных водоносных горизонтов, глубин залегания уровня подземных вод, величин напоров, агрессивности;

тектоническая (при наличии небольших складчатых структур, разрывных нарушений или в случае близкого к поверхности залегания кристаллического фундамента);

природных и антропогенных геологических явлений.

3.29. Для горно-складчатых областей требуются вспомогательные карты:

геоморфологическая;

геологическая, четвертичных отложений;

геологическая коренных грунтов;

карты-срезы инженерно-геологических условий и районирования на разных глубинах для городов, расположенных в широких долинах рек с относительно спокойным рельефом поверхности;

тектоническая;

трещиноватости;

гидрогеологическая распространения, глубин залегания пластовых и трещинных вод, их агрессивности;

природных и антропогенных геологических явлений.

Многие карты из приведенного перечня имеются в изыскательских организациях крупных и крупнейших городов. Недостающие карты должны составляться.

3.30. Важнейшими вспомогательными картами, призванными отразить особенности подземной геологической среды, являются:

геологические, четвертичных отложений и коренных грунтов; рельефа кровли и мощности грунтов с хорошими несущими свойствами; карты-срезы инженерно-геологических условий и районирования для подземного строительства на разных глубинах. Содержание их рассматривается в пп. 3.31–3.34. Содержание остальных карт общеизвестно и оно не рассматривается.

3.31. На геологической карте четвертичных отложений освещается литологический состав и строение четвертичной толщи на всю глубину, но не более 80–100 м. Изображаются геолого-генетические комплексы, распространенные с поверхности, их состав, мощность. Оконтуриваются площади распространения слабых грунтов и слоев с хорошими несущими свойствами, выдержанных по простиранию. Строение, состав, мощность отдельных слоев нижележащей толщи четвертичных отложений показываются с помощью типовых геолого-литологических колонок, на которых особо выделяются прослои и слои слабых и достаточно прочных грунтов. К карте прикладывается таблица физико-механических свойств грунтов основных литологических видов с указанием крайних и средних значений.

3.32. На геологической карте коренных грунтов показываются залегающие с поверхности геолого-генетические комплексы грунтов, их состав, рельеф кровли и мощность. Строение и состав нижележащей толщи отображаются геолого-литологическими колонками. Наносятся зоны разрывных нарушений, интенсивной трещиноватости с их характеристикой, указываются мощность зон разгрузки и выветривания скальных обнажений, элементы залегания грунтов. В табличной форме приводятся минимальные и средние значения основных показателей свойств грунтов основных литологических видов.

3.33. На карте рельефа кровли и мощности грунтов с хорошими несущими свойствами показываются слои выдержанных по простиранию и мощности грунтов, залегающих в толще четвертичных отложений. Отображаются состав, рельеф кровли и мощность (в изолиниях) грунтов.

3.34. Карты-срезы инженерно-геологических условий и районирования на разных глубинах отображают геолого-генетические комплексы, распространенные в плоскости среза. Строение и состав подстилающей толщи грунтов до следующего вертикального уровня показываются геолого-литологическими колонками (при изменчивости геологического строения по глубине). Указываются обводненные участки и площади развития неблагоприятных геологических явлений. Контурами выделяются районы с разной степенью благоприятности для подземного строительства с использованием принципов, изложенных в пп. 3.18–3.22.

Характеристика районов должна приводиться в соответствующей таблице инженерно-геологического районирования, содержание которой изложено в п. 3.23. Даются характеристики основных физико-механических свойств грунтов в соответствии с п. 3.14.

4. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗЫСКАНИЯ ДЛЯ ОБОСНОВАНИЯ ПОДЗЕМНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА ПРИ РАЗРАБОТКЕ ПРОЕКТА ЗАСТРОЙКИ МИКРОРАЙОНА, КВАРТАЛА, ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА

ПРОЕКТ

4.1. Инженерно-геологические изыскания для разработки проекта включает сбор, анализ и обобщение фондовых и литературных материалов и инженерно-геологическую съемку.

4.2. С использованием информации, полученной при дешифрировании

аэрофото- и космических снимков, а также материалов изысканий прошлых лет составляется предварительная карта инженерно-геологических условий и районирования, если не была составлена такая карта для обоснования схемы комплексного использования подземного пространства в составе ТЭО генплана, генплана, проекта детальной планировки.

4.3. Маршрутные обследования территории осуществляются с использованием предварительной карты инженерно-геологических условий и районирования. Они включают все виды наблюдений, которые указаны в п. 3.3. Маршрутные обследования выполняются по трассам с отклонением в стороны для прослеживания геоморфологических и геологических границ, выявления неблагоприятных геологических процессов и явлений. Расстояние между маршрутами рекомендуется принимать по табл. 5 с учетом местных условий.

Таблица 5

Категория сложности инженерно-геологических условий	Расстояние, м, между маршрутами при масштабах съемки		
	1 : 10000	1 : 5000	1 : 2000
I	150	90	54
II	120	72	43
III	100	66	39

Расстояние между маршрутами для съемки масштаба 1 : 1000 определяется геологом и обосновывается в программе изысканий.

Количество точек наблюдений не нормируется и устанавливается исходя из количества объектов наблюдений, указанных в п. 3.3.

4.4. На основании анализа предварительной карты инженерно-геологических условий и маршрутных обследований назначаются места расположения скважин, точек статического и динамического зондирования, пенетрационно-каротажных и геофизических работ. Ориентировочное количество инженерно-геологических выработок на 1 км^2 и ориентировочное расстояние между ними при разных масштабах инженерно-геологической съемки и степени сложности инженерно-геологических условий указано в табл. 6 [15].

Таблица 6

Масштаб инженерно-геологической съемки	Категория сложности инженерно-геологических условий	Количество выработок на 1 км^2 при обнаженности			Расстояние между выработками, м
		хорошей	удовлетворительной	плохой	
1 : 10000	I	0,7	3	9	330
	II	1,3	5,5	11	300
	III	1,7	6,8	16	250
1 : 5000	I	10	15	25	200
	II	17	26	35	165
	III	25	37	50	145
1 : 2000	I	50	75	100	100
	II	87	128	175	72
	III	125	187	250	62
1 : 1000	I	150	225	300	59
	II	287	430	575	42
	III	375	560	750	37

Не допускается формальный подход к использованию данных табл. 6. В каждом конкретном случае при размещении скважин, зондировочных установок геолог должен тщательно анализировать имеющиеся инженерно-геологические материалы и результаты маршрутных наблюдений.

4.5. При изысканиях для подземных сооружений мелкого заложения (менее 20 м от поверхности) осуществляется бурение скважин, проходка шурфов, статическое, динамическое зондирование, пенетрационный каротаж, прессиометрия, испытания грунтов штампом, сдвиги целиков грунта, вращательный срез, геофизические исследования.

При изысканиях для подземных сооружений глубокого заложения (более 20 м от поверхности) осуществляются бурение скважин, проходка разведочных шахтных стволов, штолен, геофизические исследования. Прочностные и деформационные свойства грунтов изучаются полевыми методами в шахтах и штольнях.

4.6. Из каждого водоносного горизонта следует отбирать не менее трех проб подземных вод на химический анализ.

4.7. Для определения фильтрационных свойств водосодержащих грунтов следует проводить в зависимости от сложности гидрогеологических условий опытные одиночные или кустовые откачки воды из скважин (или наливы воды в скважины) в количестве не менее двух опытов для каждого водоносного горизонта в соответствии с п. 2.39; опытные наливы в скважины в зону аэрации в количестве не менее двух для основной литологической разности грунтов.

Количество точек наблюдений для определения направления и скорости движения подземных вод геофизическими методами электроразведки должно быть не менее двух.

4.8. При инженерно-геологических изысканиях в районах распространения специфических по составу и свойствам грунтов изучение их производится с соблюдением требований, изложенных в пп. 4.9–4.14 [12], независимо от того, располагаются подземные объекты в толще этих грунтов ниже или выше их.

Отбор образцов и изучение физико-механических свойств этих грунтов производится согласно существующим нормативным документам [13, 19].

4.9. В районах распространения засоленных грунтов устанавливаются: условия залегания грунтов, наличие подземных и поверхностных вод, их химический состав и минерализация, источники обводнения грунтов, прогнозируемое повышение уровня грунтовых вод, наличие деформированных зданий и сооружений, возведенных на засоленных грунтах.

Изучаются распределение солей в грунте, их качественный и количественный состав, относительная величина суффозионной осадки, агрессивность грунтов по отношению к материалу обделки подземного сооружения.

4.10. В районах распространения набухающих грунтов устанавливаются: условия их залегания, а также подстилающих и вышележащих грунтов; текстурно-структурные особенности, природная трещиноватость, глубина и ширина трещин; тепловой и влажностный режим грунтов, режим верховодки и грунтовых вод; источники обводнения грунтов; наличие деформированных зданий и сооружений, возведенных на набухающих грунтах, опыт строительства на них.

В лабораторных условиях изучаются: влажность набухания, относительное набухание или усадка при различных давлениях, давление набухания, микроагрегатный и дисперсный зерновой состав, минеральный состав, состав поглощенных оснований и емкость поглощения.

4.11. В районах распространения лессовых просадочных грунтов устанавливаются: наличие просадочных блюдец, подов, суффозионно-просадочных воронок, их параметры и приуроченность к формам рельефа; генезис, условия формирования, наличие ископаемых почв, характер слоистости, мощность слоев, наличие и глубины распространения ходов землероев и червей, псевдокарста; состояние вертикальной планировки, наличие и состояние источников обводнения грунтов, наличие деформированных зданий и сооружений. Изучается опыт строительства наземных и подземных объектов на исследуемой территории.

В лабораторных условиях определяется относительная просадочность с учетом дополнительного давления от сооружения, начальное просадочное давление, суммарное содержание легко- и среднерастворимых солей, содержание гумуса, pH среды.

4.12. В районах распространения заторфованных грунтов, торфов, илов, сапропелей устанавливаются: вид, условия залегания, рельеф кровли подстилающих грунтов, их состав; источники питания торфяной залежи, агрессивность грунтовых вод.

Из физико-механических свойств изучаются: относительное содержание растительных остатков, степень их разложения, зольность; величина деформаций уплотнения поверхностных и погребенных торфов, сапропелей, илов во времени с учетом дополнительного давления от сооружения; параллельные характеристики компрессионных и консолидационных испытаний, коэффициент консолидации; величина конечного сжатия и конечной осадки; pH среды.

4.13. В районах распространения элювиальных грунтов устанавливаются: условия залегания, распределение в плане и по глубине зон с разной степенью выветрелости коренных грунтов; состав, текстура, трещиноватость, тектоническая нарушенность материнских грунтов. Изучается опыт строительства на элювиальных грунтах.

В лабораторных условиях определяются: коэффициент выветрелости, стойкость к процессам выветривания, временное сопротивление одноосному сжатию, гранулометрический состав, склонность к просадочности, набуханию, суффозионному выщелачиванию.

4.14. В районах распространения скальных трещиноватых грунтов устанавливаются: положение подземного сооружения в геоструктурном плане; петрографический состав, условия залегания, выветрелость грунтов; ориентировка, густота, ширина, длина, заполнитель трещин; блочность; модуль трещиноватости. Изучение трещиноватости производится в соответствии с [8]. Прочностные и деформационные свойства грунтов изучаются полевыми методами.

4.15. На территории развития неблагоприятных геологических процессов и явлений инженерно-геологические изыскания проводятся с соблюдением особых требований, изложенных в пп. 4.16–4.22 [12]. Размещение инженерно-геологических выработок, точек зондировочных, пенетрационно-каротажных, геофизических работ, количество их назначается в соответствии с существующими руководствами, рекомендациями, методиками по изучению этих процессов [1, 4, 7, 16].

4.16. В районах развития карста устанавливаются: тектоническое строение участка, условия залегания карстующих пород, их петрографический состав, трещиноватость, наличие пещер, поноров и прочих карстовых форм, состав их заполнителя; провалы поверхности, карстовые воронки; места поглощения и выхода водотоков, дебит и химический состав карстовых вод; растворимость и скорость растворения карстующихся пород; содержание свободной углекислоты, агрессивной углекислоты и pH подземных и поверхностных вод. Оценивается возможность суффозионного выноса заполнителя карстовых пустот при изменении гидродинамического режима в связи с проектируемым сооружением водозабора или строительными откачками подземных вод. Выполняется количественная оценка устойчивости закарстованной территории; выявляются антропогенные факторы, активизирующие развитие карста; обследуются деформированные здания и сооружения и устанавливаются причины деформаций.

4.17. В районах развития оползней устанавливаются: условия залегания и состав грунтов оползневого склона; наличие водоносных горизонтов и поверхностных водопроявлений; формы и характер оползневых накоплений, их контуры, границы оползневых участков; естественные и искусственные факторы оползнеобразования; история формирования рельефа склона; тип оползня по механизму смещения; возраст оползней, фазы развития.

В зависимости от основной причины развития оползня изучаются: изменение величины сопротивления сдвигу от нагрузки, от влажности, при выщелачивании глинистых грунтов, по плоскостям напластования и другим поверхностям ослабления; изменение величины критического гидравлическо-

го градиента; реологические свойства грунтов. Производится расчет устойчивости склона. Обследуются здания и сооружения, расположенные на склоне и вблизи него, оценивается эффективность противооползневых мероприятий.

4.18. В селеопасных районах устанавливаются: очаги зарождения селей, зоны транзита и разгрузки обломочного материала. В очагах зарождения селей изучаются условия залегания, состав, трещиноватость, подверженность выветриванию коренных пород; состав и объем обломочного материала, условия его залегания, возможность вовлечения в селевой поток. В зоне транзита изучаются продольные и поперечные профили временных и постоянных водотоков, участки возможных заторов. В зонах разгрузки устанавливаются объемы обломочного материала, вынесенного при прохождении одного селя.

4.19. В районах развития процессов переработки берегов морей, озер, водохранилищ устанавливаются: геологический разрез, условия залегания, литологический состав, тектоническая нарушенность грунтов в зоне влияния водоема; гидрогеологический режим; участки разрушения берегов и аккумуляции насосов, скорость отступания берегов на разных участках, эффективность берегозащитных сооружений.

4.20. В районах развития подтопления застраиваемых территорий устанавливаются: скорость подъема уровня грунтовых вод, источники поступления воды в грунт, химический состав и агрессивность хозяйственных и промышленных вод, попадающих в грунт, и грунтовых вод; влияние подтопления на здания и сооружения, зеленые насаждения; прочностные и деформационные свойства грунтов при естественной влажности и полном водонасыщении жидкостями, близкими по составу к хозяйственным и промышленным водам.

4.21. На подрабатываемых территориях при производстве инженерно-геологической съемки дополнительно к изысканиям, проводимым в обычных условиях, устанавливается следующее:

уточняется мощность и состав отложений, перекрывающих толщу грунтов, содержащую полезное ископаемое;

уточняются места выхода под перекрывающие отложения полезного ископаемого и разрывных тектонических нарушений разных амплитуд и безамплитудных;

уточняется местоположение осей антиклинальных и синклинальных складок, к которым приурочена повышенная трещиноватость пород;

уточняется местоположение устьев старых шахтных стволов и шурфов; местонахождение старых отработанных подземных горных выработок, залегающих на малых глубинах, и их состояние (обрушенные, необрушенные);

происшедшие и ожидаемые в результате подработки территории изменения:

рельефа земной поверхности – образование мульд сдвижения, провалов, трещин разрыва, уступов, локальных понижений поверхности и их местонахождение;

гидрологических условий – обмеление или исчезновение водотоков, источников, водоемов;

гидрогеологических условий – повышение и понижение уровня подземных вод, образование новых и исчезновение существовавших водоносных горизонтов, изменение химического состава грунтовых вод;

физико-механических свойств грунтов вследствие подъема уровня грунтовых вод, вызванного утечками из водонесущих коммуникаций, сбросом промышленных вод, оседанием поверхности земли в мульде сдвижения;

геодинамических условий – активизация развивавшихся до подработки или возникновение новых геологических процессов и явлений.

4.22. Технический отчет составляется в соответствии с требованиями п. 2.49.

Географические приложения включают: карту фактического материала (1 : 1000 – 1 : 5000); инженерно-геологические разрезы: горизонтальный (1 : 1000 – 1 : 5000), вертикальный (1 : 200 – 1 : 500).

Дополнительно составляется карта инженерно-геологических условий и районирования для целей подземного строительства с прогнозными данными масштаба 1 : 1000 – 1 : 5000. При необходимости составляются карты глубин залегания и рельефа кровли скальных грунтов, толщ нескальных грунтов с хорошими несущими свойствами, гидроизогипс того же масштаба.

РАБОЧАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

4.23. Инженерно-геологические изыскания для разработки рабочей документации выполняются для отдельных сооружений. Они охарактеризованы в разд. 5.

5. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗЫСКАНИЯ ДЛЯ ОБОСНОВАНИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И СТРОИТЕЛЬСТВА ЛОКАЛЬНОГО ПОДЗЕМНОГО СООРУЖЕНИЯ

5.1. Инженерно-геологические изыскания для обоснования проектирования и строительства локального подземного сооружения выполняются в одну стадию – рабочий проект, если ранее были выполнены изыскания для обоснования проекта застройки микрорайона, квартала, градостроительного комплекса, или в три стадии: предпроектная документация – проект – рабочая документация, если такие изыскания не проводились.

ПРЕДПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

5.2. Инженерно-геологические изыскания для разработки предпроектной документации включают сбор, анализ и обобщение фондовых и литературных материалов и инженерно-геологическую рекогносцировку, в состав которой входят преимущественно маршрутные наблюдения. Они производятся в соответствии с пп. 3.3 и 3.4.

5.3. На участках, где фондовые материалы отсутствуют или их недостаточно для характеристики инженерно-геологических условий на проектируемую глубину заложения подземного сооружения, осуществляется комплекс работ, указанный в п. 3.5.

На каждый геоморфологический элемент бурится одна-три скважины. Допускается бурение дополнительных скважин на участках сложного геологического строения, в местах сочленения геоморфологических элементов. Количество точек зондировочных работ должно превышать число пробуренных скважин не менее чем в 3 раза.

5.4. Глубина скважин и зондировочных работ должна превышать проектную отметку заложения подземного сооружения не менее чем на 5 м в благоприятных условиях.

5.5. При проведении рекогносцировки в районах развития неблагоприятных геологических процессов и явлений следует руководствоваться п. 3.8, а на подрабатываемых территориях – п. 3.9.

5.6. Для определения фильтрационных свойств водосодержащих грунтов следует производить экспресс-откачки (экспресс-наливы) или опытные одиночные откачки воды из скважин в количестве не менее двух опытов для каждого водоносного горизонта.

5.7. Техническое заключение составляется в соответствии с требованиями п. 2.48.

Графические приложения включают карту фактического материала (1 : 2000 – 1 : 5000); карту инженерно-геологических условий и предварительного районирования (1 : 2000 – 1 : 5000); схематические инженерно-геологические разрезы: горизонтальный (1 : 2000 – 1 : 5000), вертикальный (1 : 200 – 1 : 500).

ПРОЕКТ

5.8. Состав, содержание и объемы инженерно-геологических изысканий для разработки проекта изложены в пп. 4.1 – 4.22.

Технический отчет составляется в соответствии с требованиями п. 2.49.

Графические приложения включают карту фактического материала (1 : 1000 – 1 : 2000); инженерно-геологические разрезы: горизонтальный (1 : 1000 – 1 : 2000), вертикальный (1 : 200).

Для особо ответственного объекта составляется карта инженерно-геологических условий и районирования масштаба 1 : 1000 – 1 : 2000.

РАБОЧАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

5.9. Инженерно-геологические изыскания для разработки рабочей документации включают сбор, анализ и обобщение фондовых и литературных материалов и инженерно-геологическую разведку.

5.10. Для подземных объектов, сооружаемых открытым способом, количество инженерно-геологических выработок, размещаемых по основным осям или по контуру сооружения, должно быть не менее трех. Расстояние между инженерно-геологическими выработками следует назначать по категории сложности инженерно-геологических условий:

100 – 50 м для I категории сложности
50 – 30 " " II "
30 – 20 " " III "

Для подземных объектов, сооружаемых закрытым способом, расстояние между инженерно-геологическими выработками также назначается по категории сложности инженерно-геологических условий.

При этом минимальные расстояния принимаются для чувствительных к неравномерным осадкам сооружений. При неблагоприятных грунтовых условиях – невыдержанности состава, состояния и физико-механических свойств грунтов расстояние между инженерно-геологическими выработками может быть принято менее 20 м.

Для штолен, обеспечивающих подступы к сооружаемым подземным объектам, инженерно-геологические выработки располагаются на расстоянии 20 – 50 м друг от друга, а в сложных инженерно-геологических условиях – на расстоянии менее 20 м.

5.11. При проектировании строительства подземных объектов открытым способом особенно детально должны быть изучены грунты, залегающие в основании сооружения. При проектировании строительства подземных сооружений закрытым способом особенно детально должна быть изучена толща грунтов от основания сооружения до первого устойчивого слоя выше и на 8 – 10 м ниже его, а при отсутствии устойчивых грунтов в кровле – вся толща от поверхности земли и до отметок на 8 – 10 м ниже основания сооружения.

5.12. В районах развития лессовых просадочных, заторфованных, набухающих, засоленных, элювиальных, скальных трещиноватых грунтов уточняются и изучаются характеристики физико-механических свойств, указанные в пп. 4.9–4.14, а в районах развития неблагоприятных геологических процессов – характеристики, указанные в пп 4.16–4.22.

5.13. Из каждого водоносного горизонта отбирается не менее двух проб воды.

5.14. Гидрогеологические исследования включают уточнение фильтрационных свойств грунтов, а также направления и скорости движения подземных вод. Одиночные и кустовые откачки производятся в количестве одного-двух опытов для каждого водоносного горизонта в зависимости от сложности гидрогеологических условий и размеров подземного сооружения. При распространении слабопроницаемых водоносных грунтов осуществляются наливы воды в скважины в том же количестве.

5.15. Технический отчет составляется в соответствии с требованиями п. 2.49.

Графические приложения включают: карту фактического материала (1 : 200 – 1 : 500); инженерно-геологические разрезы: горизонтальный (1 : 200 – 1 : 500), вертикальный (1 : 100 – 1 : 200).

Для особо ответственных объектов составляется карта инженерно-геологических условий с прогнозом их изменения масштаба 1 : 200 – 1 : 500, при необходимости – блок-диаграмма инженерно-геологических условий.

РАБОЧИЙ ПРОЕКТ

5.16. Инженерно-геологические изыскания для разработки рабочего проекта выполняются согласно требованиям, предъявляемым к изысканиям для разработки проекта и рабочей документации.

6. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗЫСКАНИЯ ДЛЯ ОБОСНОВАНИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И СТРОИТЕЛЬСТВА КАНАЛИЗАЦИОННЫХ И ВОДОСТОЧНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ, ТРУБОПРОВОДОВ, ТЕПЛОСЕТИ КАНАЛЬНОЙ И БЕСКАНАЛЬНОЙ ПРОКЛАДКИ, СООРУЖАЕМЫХ ОТКРЫТЫМ СПОСОБОМ

6.1. Инженерно-геологические изыскания для проектирования канализационных и водосточных коллекторов, трубопроводов, теплосети канальной и бесканальной прокладки проводятся в две стадии – проект и рабочая документация.

6.2. Инженерно-геологическими изысканиями должны быть установлены:

характер рельефа, гидрологические условия (наличие водотоков и водоемов естественных и искусственных);

геоморфологическое, геологическое строение, наличие разрывных нарушений;

наличие подземных вод, характер их распространения, уровни, агрессивность, амплитуды сезонных колебаний уровня грунтовых вод и возможность затопления ими коммуникаций; наличие напоров, их величины, возможность прорыва водоупора, служащего основанием коммуникациям, подземными водами; наличие гидравлической связи между водоносными горизонтами и поверхностными водоемами;

глубина промерзания грунтов;

физико-механические свойства грунтов; поведение грунтов в откосах траншей, котлованов, карьеров, располагающихся в пределах исследуемой территории, их устойчивость;

химический состав подземных вод, вскрываемых траншей;

водопритоки в траншеи; возможность обводнения траншей за счет поступления воды из водоемов;

наличие неблагоприятных геологических процессов и явлений и оценена устойчивость территории;

коррозионная активность грунтов и наличие блуждающих токов;

разрабатываемость грунтов и возможность их использования для обратной засыпки;

наличие засыпанных оврагов, карьеров, колодцев, водоемов, болот, речек, ручьев, погребенных фундаментов и подвалов разобранных зданий и сооружений; возможность обжатия трубопроводами и осадки грунтов засыпки;

глубина заложения и состояние фундаментов зданий и сооружений, располагающихся в непосредственной близости от трассы, путем вскрытия их шурфами и оценена возможность влияния земляных работ на их устойчивость;

местонахождение площадок, где производится временное понижение уровня грунтовых вод в связи со строительными работами, осуществляемых в пределах трассы.

6.3. В состав инженерно-геологических изысканий входят: сбор, анализ и обобщение фондового материала; инженерно-геологическая съемка.

6.4. При сборе фондового материала используются скважины, шурфы, точки статического и динамического зондирования, пенетрационно-каротажных работ, отстоящие от трассы на расстоянии до 25 м в простых инженерно-геологических условиях и до 10 м в сложных и средней сложности условиях. По фондовым материалам составляется схематический инженерно-геологический разрез.

6.5. По трассе коммуникаций проводятся маршрутные обследования, включающие изучение факторов, указанных в п. 3.3.

Маршруты выполняются в полосе шириной до 300 м и прокладываются по оси трассы. Следует делать отклонения в стороны в пределах указанной ширины полосы обследования для изучения обнажений, водоемов, характера застройки и других факторов. Количество точек наблюдений не нормируется и определяется количеством факторов, требующих изучения.

6.6. Инженерно-геологические выработки располагаются на каждом геоморфологическом элементе вдоль трассы, на расстоянии друг от друга до 150 м в простых условиях и до 75 м в сложных. При этом учитываются ранее пробуренные скважины и выполненные точки зондировочных работ.

Расстояние между инженерно-геологическими выработками сокращается на участках пересечения трассой границ геоморфологических элементов, особенно долин рек, действующих и засыпанных оврагов, водоемов, водотоков, карьеров, зон развития неблагоприятных геологических процессов и явлений – оползней, карста, заболачивания и др. В таких случаях инженерно-геологические выработки располагаются: вблизи подножья склона, на самом склоне, за его бровкой на плато или террассе, по обе стороны оврага и в тальвеге, на террассах и в русле водотоков. Расстояние между выработками может быть равно до 25 – 50 м.

6.7. Расстояние между поперечниками не должно превышать 100 м. Расстояние между скважинами на поперечнике должно быть не более 75 м. Одна из них располагается на оси трассы.

6.8. Глубина инженерно-геологических выработок в простых инженерно-геологических условиях должна быть на 3 – 5 м ниже основания сооружения. В сложных инженерно-геологических условиях глубина инженерно-геологических выработок назначается с учетом требований п. 2.22, но в целом должна превышать глубину заложения трассы не менее чем на 5 м. На участках перехода трасс через водотоки глубина инженерно-геологических выработок должна превышать проектную отметку заложения трассы не менее чем на 5 м.

6.9. Статическое и динамическое зондирование, пенетрационно-каротажные работы проводятся в количестве до 15 точек на 1 км трассы.

6.10. Определение прочностных и деформационных свойств грунтов полевыми методами в шурфах, шахтах, скважинах производится для сложных инженерно-геологических условий по заданию проектной организации и должно быть обосновано в программе работ.

6.11. Каждый водоносный горизонт должен быть охарактеризован не менее чем двумя пробами воды на 1 км трассы.

На участках пересечения трассой малых водотоков или водоемов отбирается не менее двух проб поверхностных вод, а при пересечении больших водотоков и водоемов – не менее трех (у берегов и в середине).

6.12. Опытно-фильтрационные работы осуществляются в основном с помощью опытных одиночных откачек для расчета водопритока в котлованы и траншеи. На участках, где проектируется строительство водопонизительных систем или дренажа, а также в сложных гидрогеологических условиях производятся опытные кустовые откачки. Каждый водоносный горизонт должен быть охарактеризован не менее чем двумя опытами.

Направление и скорость движения подземных вод определяются преимущественно геофизическими методами электроразведки не менее чем в двух точках на 1 км трассы.

6.13. При проведении инженерно-геологических изысканий на участках распространения специфических по составу и свойствам грунтов, развития неблагоприятных геологических процессов и явлений следует изучать те особенности их распространения и факторы, которые указаны в пп. 4.9 – 4.14 и 4.16 – 4.22.

6.14. Технический отчет составляется в соответствии с требованиями п. 2.49.

В главе "Физико-механические свойства грунтов" дополнительно характеризуется поведение грунтов в стенках и на дне траншей, котлованов, их склонность к оплыванию, выдавливанию, деформациям.

В главе "Инженерно-геологические условия" оцениваются условия различных участков трассы с точки зрения благоприятности для строительства исходя из наличия или отсутствия выдержанных слоев грунтов с хорошими несущими свойствами, залегающих в пределах проектируемых глубин заложения трассы; слабых грунтов; пестрых напластований грунтов различных по мощности, простиранию, свойствам, водоотдаче; геологических процессов и явлений и др. Осуществляется предварительный прогноз изменения инженерно-геологических условий вследствие строительства и эксплуатации подземных коммуникаций или влияния других антропогенных факторов (строительство или наличие вблизи зданий и сооружений, фундаменты которых создадут подпор грунтовым водам; трамвайные или электрические железнодорожные линии с блуждающими токами, прекращение временных строительных откачек подземных вод и возможность затопления коммуникаций и др.).

Приложения содержат ведомость мест пересечения трассами естественных и искусственных препятствий (водотоков, водоемов и др.) и участков с неблагоприятными геологическими процессами и явлениями.

Графические приложения включают: карту фактического материала (1 : 500 – 1 : 2000); инженерно-геологические разрезы по возможным направлениям трасс: горизонтальный (1 : 500 – 1 : 2000), вертикальный (1 : 200).

РАБОЧАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

6.15. В состав инженерно-геологических изысканий входят: сбор, анализ и обобщение фондовых материалов; инженерно-геологическая разведка; вскрытие шурфами фундаментов зданий и сооружений, располагающихся возле трассы, с целью установления глубины их заложения, состояния и возможного влияния земляных работ на их устойчивость.

6.16. Для характеристики инженерно-геологических условий используются данные скважин, шурфов, точек зондирования и производства полевых определений механических свойств грунтов, отстоящих от трассы на расстоянии, указанном в п. 6.4.

6.17. Расстояние между инженерно-геологическими выработками по трассе составляет в простых условиях до 75 м, в сложных до 50 м с учетом ранее пройденных выработок. Сгущение инженерно-геологических выработок производится на участках, указанных в п. 6.6. При этом расстояние между ними сокращается до 25 м, а при необходимости и менее.

6.18. Расстояния между поперечниками, а также между скважинами и поперечниками не превышает 25 – 50 м.

В местах расположения насосных станций перекачки бурится до двух скважин.

6.19. Глубина инженерно-геологических выработок назначается в соответствии с п. 6.8.

6.20. Количество точек статического, динамического зондирования и пенетрационно-каротажных работ зависит от сложности инженерно-геологических условий и не превышает 10 – 15 на 1 км трассы.

6.21. Отбор проб подземных и поверхностных вод на химический анализ производится в соответствии с п. 6.11. При этом учитываются ранее выполненные исследования химического состава подземных вод.

6.22. Опытно-фильтрационные работы производятся с целью уточнения

гидрогеологических характеристик водоносных горизонтов в соответствии с п. 6.12.

6.23. Технический отчет составляется в соответствии с требованиями п. 2.49.

В главе "Инженерно-геологические условия" акцентируется внимание на участки с неблагоприятными грунтовыми и гидрогеологическими условиями, развивающимися геологическими процессами и даются рекомендации по способу производства строительных работ с помощью простых откачек, водопонижения, укрепления стенок траншей, мелиорации грунтов, открытой щитовой проходки, с применением свайных фундаментов. Оценивается ширина зоны сдвижения грунтов, примыкающая к откосу, и возможность смещения фундаментов близрасположенных зданий и сооружений. Прогнозируется возникновение неблагоприятных геологических процессов в связи со вскрытием массива грунтов – оплывание, оползание, обрушение откосов, прорывы плывунов, подземных вод, суффозия при откачках грунтовых вод и др. Прогнозные данные наносятся на инженерно-геологический разрез.

Масштаб графических приложений указан в п. 6.14.

7. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗЫСКАНИЯ ДЛЯ ОБОСНОВАНИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И СТРОИТЕЛЬСТВА ПОДЗЕМНЫХ ПЕРЕХОДОВ И ТРАНСПОРТНЫХ ТОННЕЛЕЙ, СООРУЖАЕМЫХ ОТКРЫТЫМ СПОСОБОМ

7.1. Инженерно-геологические изыскания для проектирования и строительства подземных переходов, транспортных тоннелей, сооружаемых открытым способом, осуществляются в 2 стадии – проект и рабочая документация. Допускается вести изыскания в одну стадию – рабочий проект.

Инженерно-геологическими изысканиями должны быть установлены все факторы инженерно-геологических условий, которые указаны в п. 6.2.

ПРОЕКТ

7.2. При изучении инженерно-геологических условий участка проектируемого строительства используются фондовые материалы и выполняется инженерно-геологическая съемка.

7.3. Инженерно-геологические выработки проходятся на расстоянии до 30 м друг от друга. При сложном геологическом разрезе производятся зондировочные и пенетрационно-каротажные работы. Одна точка проведения таких работ располагается возле скважины, 1–2 – между скважинами. Необходимость выполнения большего количества точек зондирования и пенетрационно-каротажных работ обосновывается в прогамме работ.

7.4. Глубина инженерно-геологических выработок в простых инженерно-геологических условиях должна превышать отметку заложения подземного объекта при естественном основании не менее чем на 5 м. При свайном основании глубина инженерно-геологических выработок определяется необходимостью проходки слабых грунтов и достижения грунтов с хорошей несущей способностью.

7.5. Количество проб подземных вод на химический анализ должно быть не менее двух.

7.6. Опытно-фильтрационные работы производятся с применением одиночных откачек 1–2 опыта для каждого водоносного горизонта. В сложных гидрогеологических условиях и при необходимости выполнения расчетов дренажных систем следует выполнять опытные кустовые откачки в количестве не менее одного опыта для каждого водоносного горизонта.

7.7. Технический отчет составляется в соответствии с требованиями п. 2.49.

В главе "Инженерно-геологические условия" дополнительно должен быть дан прогноз возможности подпора проектируемым подземным сооружением

грунтовых вод и подтопления ими фундаментов зданий и сооружений, а также прогноз возможного нарушения устойчивости фундаментов близрасположенных зданий и сооружений при строительстве котлована.

Графические приложения включают: карту фактического материала (1 : 500 – 1 : 1000); инженерно-геологические разрезы: горизонтальный (1 : 500 – 1 : 1000), вертикальный (1 : 200).

РАБОЧАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

7.8. В состав инженерно-геологических изысканий для разработки рабочей документации входят все виды работ, указанные в п. 6.15.

7.9. Расстояние между инженерно-геологическими выработками может быть сокращено до 15 – 20 м с целью уточнения инженерно-геологических условий.

Количество точек зондировочных и пенетрационно-каротажных работ с учетом ранее выполненных соответствует указанному в п. 7.3. Глубина инженерно-геологических выработок соответствует указанной в п. 7.4.

7.10. Количество проб подземных вод на химический анализ должно быть не менее двух, при этом учитываются ранее выполненные анализы.

При необходимости производятся опытно-фильтрационные работы для уточнения фильтрационных свойств водоносных грунтов в количестве, указанном в п. 7.6.

7.11. Технический отчет составляется в соответствии с требованиями п. 7.7.

РАБОЧИЙ ПРОЕКТ

7.12. Инженерно-геологические изыскания для разработки рабочего проекта выполняются согласно требованиям, предъявляемым к изысканиям для разработки проекта и рабочей документации.

8. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗЫСКАНИЯ ДЛЯ ОБОСНОВАНИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И СТРОИТЕЛЬСТВА КОЛЛЕКТОРОВ И ТРУБОПРОВОДОВ, СООРУЖАЕМЫХ ЗАКРЫТЫМ СПОСОБОМ

8.1. Инженерно-геологические изыскания для обоснования проектирования и строительства коллекторов и трубопроводов, сооружаемых закрытым способом, осуществляются в две стадии: проект и рабочая документация. При наличии нескольких вариантов направления трасс проводятся изыскания на стадии разработки предпроектной документации.

8.2. Инженерно-геологическими изысканиями должны быть установлены:

характер рельефа; гидрогеологические условия (водотоки и водоемы); геоморфологическое, геологическое строение; наличие разрывных нарушений, трещиноватость скальных грунтов; наличие водоносных горизонтов и гидравлической связи между ними и поверхностными водоемами и водотоками, характер их распространения, мощность, уровни, амплитуды сезонных колебаний уровня грунтовых вод и возможность затопления ими сооружений, величины напоров, возможность прорыва водоупоров намечаемых в качестве основания сооружения, напорными водами;

физико-механические свойства грунтов, слагающих разрез от поверхности до нижней границы зоны влияния подземного сооружения;

поведение грунтов в процессе строительства подземных объектов, осуществляемого закрытым способом в аналогичных инженерно-геологических условиях; возможность прорыва плывунов, сыпунов, обрушений, выдавливания грунтов;

коррозионная активность грунтов и наличие блуждающих токов;

химический состав подземных вод и агрессивность;

водопритоки в горные выработки со стороны подземных вод и поверхностных водоемов и возможность прорыва подземных вод в выработку;

наличие неблагоприятных геологических процессов и явлений с оценкой устойчивости территории;

наличие засыпанных оврагов, карьеров, колодцев, водоемов, водотоков, болот, погребенных фундаментов и подвалов разобранных зданий и сооружений, ранее пробуренных и ликвидированных скважин;

глубины заложения и состояние фундаментов зданий и сооружений, располагающихся в зоне влияния подземного строительства, путем вскрытия их шурфами с оценкой их устойчивости;

слои и толщи грунтов с хорошими несущими свойствами, которые могут быть рекомендованы в качестве основания или среды для размещения на них или в них сооружений;

рекомендуемые специальные способы проходки подземных выработок (кессонирование, замораживание, водопонижение, искусственное закрепление грунтов);

рекомендуемые меры по снижению уровня подземных вод в толще, где прокладывается трасса, а также напоров в основании щита, футляра.

ПРЕДПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

8.3. В состав инженерно-геологических изысканий входят сбор, анализ и обобщение фондовых материалов и инженерно-геологическая рекогносцировка. По фондовым данным составляется предварительный инженерно-геологический разрез.

8.4. Маршрутные наблюдения ведутся по всем вариантам трасс с учетом предварительного инженерно-геологического разреза и включают:

осмотр и описание рельефа, обнажений в глубоких естественных и искусственных выемках; водотоков, водоемов;

выявление и описание геологических процессов и явлений;

выявление причин деформаций зданий и сооружений;

осмотр строящихся закрытым способом подземных объектов и наблюдение за состоянием и устойчивостью грунтов, а также зданий и сооружений, асфальтовых покрытий, располагающихся над ними или вблизи.

Количество точек наблюдений не нормируется и определяется изыскателями исходя из сложности окружающей обстановки.

8.5. На основании изучения инженерно-геологического разреза и маршрутных наблюдений намечаются места проведения дополнительных изысканий. Ранее пройденные и проектируемые инженерно-геологические выработки должны располагаться по оси намеченной трассы на расстоянии до 300 м друг от друга. При этом на каждый геоморфологический элемент должно приходиться не менее одной инженерно-геологической выработки.

Количество поперечников может достигать двух-трех на 1 км трассы.

8.6. Глубина инженерно-геологических выработок в простых инженерно-геологических условиях должна быть не менее чем на 5 м ниже отметки заложения сооружения.

8.7. Фильтрационные характеристики грунтов водоносных горизонтов устанавливаются по фондовым данным, а также опытно-фильтрационным работам, выполняемым на участках отсутствия такой информации. Выполняются экспресс-откачки в количестве не более трех опытов или пробные и опытные одиночные откачки в количестве не более двух опытов для каждого водоносного горизонта.

8.8. По данным изысканий составляется техническое заключение в соответствии с требованиями п. 2.48.

Дополнительно составляется ведомость с перечнем участков прохождения трасс под водотоками, водоемами, в зонах развития неблагоприятных геологических процессов и явлений.

Графические приложения включают: карту фактического материала, карту инженерно-геологических условий и районирования (1 : 2000 – 1 : 5000); схематические инженерно-геологические разрезы по трассам: горизонтальный (1 : 2000 – 1 : 5000), вертикальный (1 : 200 – 1 : 500).

8.9. В состав инженерно-геологических изысканий, осуществляемых на выбранном участке трассы, входят все виды работ, указанные в п. 6.3.

8.10. Из фондовых материалов используются инженерно-геологические выработки, точки зондировочных и пенетрационно-каротажных работ, отстоящие от проектируемой трассы на расстоянии, указанном в п. 6.4.

8.11. Маршрутные наблюдения ведутся по оси трассы с отклонением в стороны с целью изучения факторов, рассматриваемых в п. 8,4.

8.12. Инженерно-геологические выработки размещаются на каждом геоморфологическом элементе на расстоянии до 150 м друг от друга в простых инженерно-геологических условиях и до 75 м в сложных. При пересечении трассой участков сочленения разных геоморфологических элементов, развития неблагоприятных геологических процессов и явлений, действующих и засыпанных оврагов, водоемов, водотоков, карьеров расстояние между выработками сокращается до 25 – 50 м.

8.13. Расстояние между поперечниками и между скважинами на них указано в п. 6.7. Не следует располагать скважины на оси трассы.

Глубины инженерно-геологических выработок на трассе и на поперечниках соответствуют указанным в п. 8.6.

8.14. На участках, сложенных водонасыщенными грунтами, строительство в которых требует применения специальных способов работ, необходимо изучать все факторы инженерно-геологических условий для обоснования применения того или иного способа работ.

При всех способах работ детально изучается литологический состав грунтов и его изменчивость; устанавливается количество водоносных горизонтов, их выдержанность, мощность, наличие гидравлической связи между ними; глубины залегания уровней подземных вод, величины напоров, направление и скорость движения подземных вод; гидрогеологические параметры водоносных горизонтов, указанные в п. 2.38.

Дополнительно требуется:

для обоснования водопонижения: установить возможность влияния строительных откачек и водопонижения на существующие водозаборы: на развитие процесса механической суффозии;

для обоснования замораживания: определить температуру грунтов и подземных вод по глубине, теплоемкость, теплопроводность, морозостойкость (для литифицированных глинистых и скальных грунтов);

для обоснования кессонного способа работ: выявить наличие в кровле подземного сооружения воздухонепроницаемого слоя, его выдержанность в плане и по мощности, определить коэффициент воздухопроницаемости этого слоя;

для обоснования искусственного закрепления грунтов: определить химический, минеральный составы грунтов, карбонатность, температуру по глубине.

8.15. Возможность применения статического, динамического зондирования, пенетрационно-каротажных работ обусловливается глубиной заложения подземного сооружения. Количество точек определяется сложностью инженерно-геологических условий и составляет не более 15 на 1 км трассы.

8.16. Количество проб подземных вод из каждого водоносного горизонта должно быть не менее 2 на 1 км трассы. При этом учитываются ранее выполненные анализы.

8.17. Опытно-фильтрационные работы проводятся в соответствии с п. 6.12.

8.18. В районах распространения специфических по составу и свойствам грунтов, развития неблагоприятных геологических процессов и явлений инженерно-геологические изыскания должны проводиться в соответствии с пп. 4.8–4.22.

8.19. Технический отчет составляется в соответствии с требованиями п. 2.49, но с учетом подземного способа работ. В связи с этим включаются следующие дополнения.

В главе "Изученность природных условий" необходимо охарактеризовать

застройку территории зданиями и сооружениями, указать на наличие подземных коммуникаций. В главе "Геологическое строение и гидрогеологические условия" обращается внимание на коэффициенты фильтрации и водоотдачу грунтов, напоры подземных вод и возможность прорыва ими водоупоров, служащих основанием подземному сооружению. В главе "Физико-механические свойства грунтов" должны быть охарактеризованы: слои слабых грунтов, ослабленные зоны и прослои в скальных грунтах. В главе "Инженерно-геологические условия" особо выделяются участки, неблагоприятные по грунтовым, гидрогеологическим, геодинамическим условиям. Прогноз касается возможности: развития подземных геологических процессов при строительстве – обрушений, вывалов, прорывов плывунов, обводненных грунтов культурного слоя, сыпунов и др.; подпора грунтовых вод, активизации геологических процессов при эксплуатации сооружения; поступления вод из поверхностных водоемов при прохождении трассы под ними. Рекомендации касаются необходимости применения специальных способов работ на участках с неблагоприятными инженерно-геологическими условиями.

Графические приложения включают: карту фактического материала (1 : 500 – 1 : 2000); инженерно-геологические разрезы: горизонтальный (1 : 500 – 1 : 2000), вертикальный (1 : 200).

РАБОЧАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

8.20. В состав инженерно-геологических изысканий входят: сбор, анализ и обобщение фондового материала, инженерно-геологическая разведка, вскрытие шурфами фундаментов зданий и сооружений, располагающихся в зоне влияния подземного строительства с целью оценки их состояния и принятия мер по укреплению.

8.21. Из фондовых материалов используются инженерно-геологические выработки, точки статического, динамического зондирования, пенетрационно-каротажных работ, отстоящие от трассы согласно указаниям п. 6.4.

8.22. Расстояние между инженерно-геологическими выработками по трассе, на поперечниках и между поперечниками, а также глубины выработок следует назначать согласно пп. 6.17–6.19.

В местах расположения поворотных шахт бурится одна скважина.

8.23. Количество точек статического, динамического зондирования, пенетрационно-каротажных работ определяется сложностью инженерно-геологических условий и обосновывается программой работ.

8.24. Химический состав подземных вод каждого водоносного горизонта должен быть охарактеризован количеством проб, указанным в п. 6.11.

8.25. Опытно-фильтрационные работы проводятся при отсутствии или недостаточности данных о фильтрационных характеристиках грунтов в соответствии с п. 6.12.

8.26. Технический отчет составляется в соответствии с п 8.19. Дополнения касаются следующего. На карте фактического материала следует особо выделить инженерно-геологические выработки, пройденные ранее и располагающиеся непосредственно на трассе, через которые могут произойти прорывы плывунов, подземных вод и др.

9. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗЫСКАНИЯ ДЛЯ ОБОСНОВАНИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И СТРОИТЕЛЬСТВА МЕТРОПОЛИТЕНА

9.1. Инженерно-геологические изыскания для обоснования проектирования и строительства метрополитена выполняются в три стадии – предпроектная документация, проект, рабочая документация.

9.2. По глубине заложения линий метрополитена выделяют глубокое и мелкое заложение. Глубокому заложению отвечает расположение лотка сооружения на глубине более 20 м от поверхности, мелкому – на глубине менее 20 м.

9.3. Глубина изучения инженерно-геологических условий назначается в соответствии с п. 2.22 и должна не менее чем на 8 – 10 м превышать отметку заложения сооружения. Особо детально изучаются инженерно-геологические условия в толще грунтов от отметки заложения сооружения до первого устойчивого слоя в кровле и на 8 – 10 м ниже лотка сооружения, а при отсутствии над сводом сооружения устойчивых грунтов – вся толща от поверхности земли и на глубину 8 – 10 м ниже лотка.

ПРЕДПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

9.4. В состав инженерно-геологических изысканий входит сбор, анализ и обобщение фондовых и литературных материалов и инженерно-геологическая рекогносцировка.

9.5. Маршрутные обследования осуществляются в соответствии с пп. 3.3 и 8.4. Они выполняются по оси трассы в полосе шириной до 300 м с отклонениями в стороны в пределах указанной полосы обследования.

9.6. По фондовым материалам и маршрутным наблюдениям намечаются места заложения инженерно-геологических выработок, точек зондировочных, пенетрационно-каротажных, геофизических работ.

Количество инженерно-геологических выработок на 1 км трассы следует принимать (с учетом ранее пройденных выработок):

для метрополитенов мелкого заложения в условиях:

простых – 3–4;

средней сложности – 5–7;

сложных – 8–10;

для метрополитенов глубокого заложения в условиях:

простых – 2–3;

средней сложности – 4–5;

сложных – 6–7.

В сложных инженерно-геологических условиях количество инженерно-геологических выработок может быть увеличено, что должно быть обосновано в программе работ.

На 1 км трассы закладывается не менее двух поперечников.

9.7. Количество опытов по определению фильтрационных свойств грунтов для каждого водоносного горизонта на 1 км трассы принимается:

в простых гидрогеологических условиях одна-две опытные одиночные откачки или экспресс-метод;

в сложных гидрогеологических условиях – одна-две опытные кустовые откачки или в скальных грунтах столько же одиночных откачек с применением расходометрии и резистивиметрии.

9.8. Количество образцов грунтов, отбираемых из каждого литологического вида, должно быть не менее 10 – 12. Дополнительно к параметрам физико-механических свойств, указанным в п. 2.28, определяются:

для глинистых грунтов – прочностные и деформационные свойства;

для песчанных грунтов – деформационные свойства.

Пробы воды на химический анализ отбираются из каждого водоносного горизонта в количестве 3 – 4 на 1 км трассы.

9.9. Зондировочные и пенетрационно-каротажные работы производятся на трассе мелкого заложения. Одна точка располагается возле скважины, две-три между скважинами.

9.10. Результаты инженерно-геологических изысканий излагаются в техническом отчете (заключении). Содержание текстовой части и приложения должны соответствовать требованиям п. 2.48.

Графические приложения включают: карту фактического материала (1 : 2000); инженерно-геологические разрезы по оси трасс: горизонтальный (1 : 2000), вертикальный (1 : 200).

Дополнительно составляется карта рельефа кровли коренных грунтов (1 : 2000).

9.11. Инженерно-геологические изыскания для разработки проекта включают сбор, анализ и обобщение фондовых материалов и инженерно-геологическую съемку.

9.12. Маршрутные наблюдения включают выявление и описание всех факторов инженерно-геологических условий, указанных в пп. 3.3 и 8.4 и проводятся в соответствии с п. 6.5.

9.13. Инженерно-геологические выработки располагаются на каждом геоморфологическом элементе. Количество их на 1 км трассы с учетом ранее пройденных следует принимать:

для метрополитенов мелкого заложения в условиях:
простых – 8–10;
средней сложности – 10–20;
сложных – 20–50;

для метрополитенов глубокого заложения в условиях:
простых – до 10;
средней сложности – до 20.

В сложных инженерно-геологических условиях количество выработок не ограничивается и определяется программой изысканий.

9.14. Количество поперечников на 1 км трассы определяется сложностью инженерно-геологических условий и может достигать 20 – 25.

9.15. На участках размещения отдельных сооружений метрополитена проходятся инженерно-геологические выработки в количестве:

для станций – до 6;
" вестибюлей – " 5;
" стволов шахт – " 3;
" наклонных эскалаторных тоннелей – до 5 выработок на один тоннель.

Для проектирования депо скважины бурятся под каждое сооружение (административно-бытовой корпус, производственные цеха, мотодепо и др.) в количестве, зависящем от сложности инженерно-геологических условий, но не менее трех на сооружение.

9.16. Статическое и динамическое зондирование, пенетрационный каротаж выполняются в соответствии с п. 9.9.

9.17. На участках, требующих применения специальных способов работ, изучаются факторы инженерно-геологических условий, указанные в п. 8.14.

9.18. Для каждого водоносного горизонта на 1 км трассы производятся опытные откачки:

в простых гидрогеологических условиях – одна-две одиночные;
в сложных условиях – одна-две кустовые.

В скальных трещиноватых грунтах на 1 км трассы следует производить не менее двух опытных кустовых откачек с применением расходометрии.

Для определения водопритоков в ствол шахты производится одна опытная кустовая откачка из каждого водоносного горизонта, который пересекается стволом.

9.19. На участках распространения специфических по составу и свойствам грунтов и развития неблагоприятных геологических процессов и явлений инженерно-геологические изыскания следует проводить в соответствии с пп. 4.8–4.22.

9.20. Для стационарных наблюдений за режимом подземных вод следует выделять на 1 км трассы не менее одной наблюдательной скважины, из числа ранее пробуренных и расположенных вблизи трассы, на каждый водоносный горизонт.

Для наблюдения за развитием неблагоприятных геологических процессов, угрожающих сооружениям метрополитена, оборудуются специальные площадки.

9.21. Технический отчет составляется в соответствии с требованиями пп. 6.14 и 8.19 с учетом открытого и подземного способа производства работ.

Графические приложения включают: карту фактического материала

(1 : 2000); инженерно-геологический разрез по оси трассы: горизонтальный (1 : 2000), вертикальный (1 : 200).

Дополнительно составляются: карта кровли коренных грунтов (1 : 2000); карта кровли и мощности водоупоров (1 : 2000); инженерно-геологические разрезы по отдельным сооружениям (стволы шахт, эскалаторные тоннели, здание депо, вестибюли и др.): горизонтальный (1 : 200 – 1 : 500), вертикальный (1 : 200).

Оценка инженерно-геологических условий участка размещения различных сооружений депо дается в отчете отдельно от трассы.

РАБОЧАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

9.22. В состав инженерно-геологических изысканий входят: сбор, анализ и обобщение фондовых материалов; инженерно-геологическая разведка; вскрытие шурфами фундаментов зданий и сооружений, располагающихся в зоне влияния трассы, с целью установления глубины их заложения и состояния.

9.23. Основное внимание при изысканиях следует уделять участкам, где предусматривается применение специальных способов работ. На таких участках уточняются факторы инженерно-геологических условий, указанные в п. 8.14.

9.24. Количество скважин на 1 км трассы в дополнение к пробуренным на предыдущих стадиях допускается принимать:

для метрополитенов мелкого заложения в условиях:

простых – до 5;

средней сложности – до 10;

сложных – до 20;

для метрополитенов глубокого заложения в условиях:

простых – до 3;

средней сложности – до 7;

сложных – до 15.

При достаточной изученности инженерно-геологических условий бурение скважин не производится.

9.25. Буровые скважины, попавшие в сечение проектируемых выработок метрополитена, проходимых закрытым способом, а также отстоящие от них на расстоянии до 10 м, должны быть затампонированы особенно тщательно. Тампонаж должен производиться под контролем инженера-геолога. Сведения о тампонаже и координаты этих скважин передаются строительной организации.

9.26. На участках проектируемых специальных способов работ для уточнения инженерно-геологических условий (мощности водоупорных и воздухонепроницаемых грунтов, их выдержанности и др.), допускается разбивать поперечники. Количество поперечников определяется сложностью инженерно-геологических условий и должно быть не менее двух на 1 км трассы.

9.27. Отбор проб подземных вод на химический анализ осуществляется преимущественно на участках расположения промышленных предприятий, поглощающих скважин, колодцев с целью уточнения степени и характера агрессивности подземных вод. Каждый водоносный горизонт, подвергающийся загрязнению сточными водами, должен быть охарактеризован двумя-тремя пробами воды. Необходимость отбора большего количества проб должна быть обоснована программой изысканий.

9.28. Опытно-фильтрационные работы проводятся в случае недостаточности данных, полученных на предыдущих стадиях изысканий. Технологическая схема испытаний и количество опытов должно быть обосновано в программе изысканий.

В особо сложных гидрогеологических условиях производятся групповые откачки для обоснования проекта строительного водопонижения или опытно-промышленного водопонижения.

9.29. Технический отчет по содержанию текста, составу приложений должен соответствовать требованиям пп. 2.49 и 8.26.

Графические приложения включают: инженерно-геологические разрезы по осям правого и левого тоннелей: горизонтальный (1 : 2000), вертикальный (1 : 200); инженерно-геологические разрезы по участкам специальных способов работ: горизонтальный (1 : 200 – 1 : 500), вертикальный (1 : 200); инженерно-геологические разрезы по отдельным сооружениям (стволы шахт, станции, эскалаторные тоннели, депо и др.): горизонтальный (1 : 200 – 1 : 500), вертикальный (1 : 200); графики и расчеты опытно-производственных работ (опытное водопонижение, опытное закрепление грунтов, определение напряженного состояния массива грунтов) и моделирования.

ИНЖЕНЕРНО–ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ РАБОТЫ В ПРОЦЕССЕ СТРОИТЕЛЬСТВА МЕТРОПОЛИТЕНА

9.30. В процессе строительства метрополитена производятся:

описание грунтов в забое, своде и стенах выработок и их документация;

определение прочности и устойчивости грунтов;

фиксирование мест и характера проявления горного давления, переборов грунта, вывалов, обрушений, прорывов плывунов, подземных вод, газа;

отбор образцов грунтов и проб подземных вод;

наблюдение за состоянием временного крепления и постоянной обделки сооружения.

При обнаружении несоответствия фактических условий данным инженерных изысканий необходимо ставить об этом в известность проектные и строительные организации.

9.31. Осмотр забоев, сводов и стен выработок осуществляется:

по перегонным тоннелям и котлованам не реже чем через 10 м;

по станционным тоннелям и другим выработкам большого сечения не реже чем через 5 м;

по стволам и наклонным тоннелям – через 1 м.

В конце каждого месяца составляется продольный профиль или развертка по выработке.

9.32. Особое внимание обращается на зоны тектонических нарушений и повышенной трещиноватости грунтов. Определяется направление и амплитуда смещения грунтов, мощность зоны дробления, состояние и состав грунтов зоны дробления. Устанавливается модуль трещиноватости, блочность массива.

9.33. По визуальным наблюдениям и данным лабораторных исследований физических свойств грунтов устанавливается соответствие проектным значениям коэффициентов крепости по Протодъяконову и групп грунтов по трудности разработки (категория) в целом для всей массы грунтов в забое. При наличии нескольких различных между собой групп грунтов дается их соотношение в процентах от площади обнажения.

9.34. Гидрогеологические наблюдения включают определение водоносности грунтов, вскрываемых забоем, водообильности выработок и их частей, замеры притока воды в шахты, ее температуры, отбор проб воды на химический анализ.

9.35. Приток воды в горизонтальную выработку замеряется 2 – 3 раза в месяц с помощью мерного сосуда, водослива, водомера, поплавков или по скорости восстановления уровня воды в зумпфе при прекращении откачки.

Приток воды в вертикальную или наклонную выработку замеряется после вскрытия каждого водоносного горизонта, но не реже 2 раз в месяц водоотливом в мерный сосуд или по производительности насоса.

9.36. Температура воды замеряется одновременно с определением водопритока с точностью до 0,5°С. Места замера температуры должны быть расположены ближе к месту выхода воды из грунта. Одновременно замеряется температура воздуха.

9.37. Пробы воды для химического анализа отбираются:

при вскрытии выработкой нового горизонта подземных вод;

на участках выхода подземных вод для контроля за изменением их химического состава через один-два месяца;

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

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

9.38. Температура грунтов в горных выработках измеряется систематически 2 – 3 раза в месяц, а при подходе к зонам тектонических нарушений и в них – при каждом осмотре забоя. Используются специальные термометры с ценой деления 0,1–0,25°, которые опускаются в специальные шпуры или скважины, пробуренные из выработки на глубину не менее 0,5м.

9.39. При строительстве подземных сооружений метрополитена, осуществляемом открытым способом, производится инженерно-геологическая документация котлована и стационарные наблюдения за устойчивостью бортов и дна котлована, режимом подземных вод, изменением свойств грунтов в основании и стенках котлована.

Документация котлована ведется по мере его углубления нарастающей зарисовкой стенок и дна. Описываются: состояние откосов – высота, угол откоса, вид временного крепления, наличие промоин, оплывин, обрушений и других геологических процессов; состояние дна котлована с оценкой несущей способности грунтов; выходы подземных вод.

При открытом водоотливе определяется количество откачиваемой воды, замеряется ее температура, отмечается наличие и количество взвешенных частиц.

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

9.41. Стационарные наблюдения за состоянием котлована заключаются в периодическом обследовании откосов, дна и временного крепления котлована. При этом измеряются углы откосов в разных грунтах и пунктах, выясняются причины их изменения, устанавливается зависимость углов откоса от состояния грунтов, высоты откоса; фиксируется вид и состояние временного крепления стенок котлована, характер его деформаций, оценивается опасность нарушения крепления с уведомлением администрации строительного участка; отмечаются места водопроявлений в виде родников, высачивания, суффозионных выносов грунтов.

9.42. Отбираются образцы грунтов из всех литологических разностей, обнажающихся в стенках и в основании котлованов с шагом 50 – 100 м по длине выработки. Производится отбор проб подземных вод, поступающих в котлован, на химический анализ.

9.43. На участках применения специальных способов работ производятся дополнительные инженерно-геологические работы, указанные в пп. 9.44 – 9.47.

9.44. На участках искусственного водопонижения ведутся наблюдения за бурением и оборудованием водопонижающих скважин, установкой эжекторных и легких иглофильтров и других средств водопонижения; составляется документация по результатам водопонижения, содержащая сведения:

о способах бурения водопонижающих скважин или установки иглофильтров, типах фильтров, состава 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.

9.45. На участках применения сжатого воздуха:

измеряются давление и расход сжатого воздуха, температура и влажность воздуха в тоннеле и на поверхности, температура грунтовых вод;

фиксируются места выхода сжатого воздуха на поверхность;

определяется зависимость количества подаваемого воздуха от давления и геологического строения участка;

собираются сведения о деформации земной поверхности;

изучается изменение физико-механических свойств грунтов в забое под влиянием сжатого воздуха.

9.46. На участках применения 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 земли, наземных зданий и сооружений 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.

9.47. На участках применения искусственного закрепления грунтов путем цементации, битуминизации, силикатизации, химического закрепления производятся:

описание состояния грунтов при вскрытии их выработкой;

описание характера заполнения пустот и трещин;

отбор проб грунта для лабораторных исследований.

9.48. Результаты наблюдений, выполненных в процессе строительства сооружений метрополитена, обрабатываются и представляются в виде пояснительной записки и приложений к ней.

Пояснительная записка содержит следующие главы: введение, геологическое строение, гидрогеологические условия, физико-механические свойства грунтов, инженерно-геологические условия строительства отдельных сооружений, выводы.

При описании геологического строения, гидрогеологических условий, физико-механических свойств грунтов отмечаются те отличия в характере напластования, составе грунтов, обводненности, водопритоках, химическом составе, свойствах грунтов от данных изысканий, которые были выявлены в период строительства.

В главе "Инженерно-геологические условия строительства" описываются условия и способы проведения работ, типы временной крепи, постоянной обделки, поведение грунтов при проходке, характер и объем водопроявлений, газопроявления, деформации крепи, земной поверхности, зданий, сооружений; отмечается несоответствие материалов инженерно-геологических изысканий фактическим данным, полученным при наблюдениях в процессе проходки выработок метрополитена; даются рекомендации по улучшению качества последующих изысканий; указываются мероприятия по борьбе с водопритоками и загазованностью, которые были осуществлены при строительстве.

Инженерно-геологические условия строительства описываются отдельно для каждого перегона, станции, эскалаторного тоннеля и ствола.

Приложения содержат: сводные ведомости результатов анализов грунтов и подземных вод, выполненных в процессе изысканий и строительства сооружения. Сводные ведомости составляются для всего сооружения в целом или для его отдельных участков (при различии в свойствах грунтов). На основании сводных ведомостей подсчитываются обобщенные показатели свойств грунтов и средние показатели содержания каждого катиона и аниона в пробах подземных вод по каждому водоносному горизонту, а также обобщаются данные по агрессивности воды к бетону.

Графические приложения представляются инженерно-геологическими разрезами, которые составляются для правых тоннелей метрополитенов или правых и левых при различии их геологического строения на всю длину трассы, для каждой шахты и наклонного эскалаторного тоннеля. При их составлении используются материалы изысканий, наблюдений в горных выработках, результаты анализов грунта и подземных вод.

Разрезы по тоннелям метрополитенов составляются в масштабе: горизонтальном – 1 : 2000, вертикальном – 1 : 200 (1 : 100) и содержат характеристику грунтов, сведения о коэффициенте крепости, устойчивости грун-

тов, типе обделки, водопроявлениях, которые были собраны при строительстве. При крутопадающих пластах к разрезу прикладывается геологическая карта с указанием элементов залегания и тектонических форм.

Инженерно-геологические разрезы стволов шахт составляются в масштабе: вертикальном – 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 составляются в масштабе 1 : 200 – 1 : 500 с указанием тех же данных, что и для вертикальных стволов. В необходимых случаях разрезы дополняются сечениями, перпендикулярными оси тоннеля.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Изучение** режима оползневых процессов.–М.: Недра, 1982, 255 с.
2. **Коноплянцев А. А., Семенов С. М.** Прогноз и картирование режима грунтовых вод.–М.: Недра, 1974, 214 с.
3. **Методические** указания по производству стационарных наблюдений за переработкой берегов равнинных водохранилищ.–Киев.: Изд. УкрПТКИмонтажспецстроя, 1980, 113 с.
4. **Методическое** руководство по комплексному изучению селей.–М.: Недра, 1971, 164 с.
5. **Наставление** гидрометеорологическим станциям и постам. Вып. 7, часть 1.–Л.: Гидрометеоиздат, 1973, 476 с.
6. **Производство** комплексных инженерно-геологических изысканий для подземного гражданского и промышленного строительства / Котлов Ф. В., Снобкова А. И. –Обзор.–М.: Изд-во ПНИИИС, 1980, 37 с.
7. **Рекомендации** по изучению режима и баланса грунтовых вод на подтапливаемых промышленных площадках.–М.: Изд-во ВНИИ ВОДГЕО, 1973, 96 с.
8. **Рекомендации** по изучению трещиноватости горных пород при инженерно-геологических изысканиях для строительства.–М.: Стройиздат, 1974, 36 с.
9. **Рекомендации** по инженерно-геологической разведке и опробованию лессовых отложений (системно-структурный метод).–М.: Стройиздат, 1984, 48 с.
10. **Рекомендации** по определению гидрогеологических параметров грунтов методом откачки воды из скважин.–М.: Стройиздат, 1985.
11. **Руководство** по изучению селевых потоков.–Л.: Гидрометеоиздат, 1976, 144 с.
12. **Руководство** по инженерным изысканиям для строительства.–М.: Стройиздат, 1982, 144с.
13. **Руководство** по проектированию оснований зданий и сооружений.–М.: Стройиздат, 1978, 374 с.
14. **Руководство** по составлению схем комплексного использования подземного пространства крупных и крупнейших городов.–М.: Стройиздат, 1978, 76 с.
15. **Сборник** цен на изыскательские работы для капитального строительства.–М.: Стройиздат, 1982, 568 с.
16. **Справочное** руководство гидрогеолога. Т. 2.–Л.: Недра, 1979, с. 85–111.

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

Предисловие 3
1. Инженерно-геологические особенности подземного гражданского и промышленного строительства 5
2. Общие положения 10
3. Инженерно-геологические изыскания для обоснования схемы комплексного использования подземного пространства в составе ТЭО генплана, генплана, проекта детальной планировки, проекта планировки промышленной зоны 26
4. Инженерно-геологические изыскания для обоснования подземного строительства при разработке проекта застройки микрорайона, квартала, градостроительного комплекса 33
5. Инженерно-геологические изыскания для обоснования проектирования и строительства локального подземного сооружения 38
6. Инженерно-геологические изыскания для обоснования проектирования и строительства канализационных и водосточных коллекторов, трубопроводов, теплосети канальной и бесканальной прокладки, сооружаемых открытым способом 40
7. Инженерно-геологические изыскания для обоснования проектирования и строительства подземных переходов и транспортных тоннелей, сооружаемых открытым способом 43
8. Инженерно-геологические изыскания для обоснования проектирования и строительства коллекторов и трубопроводов, сооружаемых закрытым способом 44
9. Инженерно-геологические изыскания для обоснования проектирования и строительства метрополитена 45
Литература 54

Нормативно-производственное издание
ПНИИИС Госстроя СССР

Рекомендации по инженерно-геологическим изысканиям для подземного гражданского и промышленного строительства

Редакция инструктивно-нормативной литературы
Зав. редакцией Л. Г. Бальян
Редактор С. В. Беликина
Младший редактор Г. А. Полякова
Технический редактор Н. Е. Поплавская
Корректор М. П. Кудрявцева

Н/К

Подписано в печать 21.05.87 Т—13419 Формат 84×108$^{1}/_{32}$.
Бумага кн.-журн. Печать офсетная Усл. печ. л. 2,94
Усл. кр.-отт. 3,15 Уч.-изд. л. 5,24 Тираж 5000 экз. Изд. № XII—1983
Заказ № 540 Цена 25 коп.

Стройиздат, 101442, Москва, Каляевская, 23а
Московская типография №4 Союзполиграфпрома
при Государственном комитете СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли
129041, Москва, Б. Переяславская ул., 46

gost.e-ecolog.ru