ПНИИИС Госстроя СССР

Рекомендации

по усовершенствованию инженерно-геологических изысканий для промышленного и гражданского строительства в связи с охраной и улучшением геологической среды

Москва 1981

gost.e-ecolog.ru

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

РЕКОМЕНДАЦИИ

по усовершенствованию инженерно-геологических изысканий для промышленного и гражданского строительства в связи с охраной и улучшением геологической среды

Москва Стройиздат 1981

УДК 624.131.1

Рекомендовано к изданию НТС ПНИИИС Госстроя СССР.

Рекомендации по усовершенствованию инженерно-геологических изысканий для промышленного и гражданского строительства в связи с охраной и улучшением геологической среды/ПНИИИС Госстроя СССР. – М.: Стройиздат, 1981.– 64 с.

Рассмотрены дополнительные требования к службе инженерно-геологических изысканий, определяющие содержание и состав их на трех стадиях проектирования раздельно для освоенных и неосвоенных территорий. Рекомендованы только те виды дополнительных исследований, которые обусловлены гражданским и промышленным строительством. Предлагаемая дополнительная информация будет достаточной для прогнозов антропогенного изменения основных компонентов геологической среды.

Для использования в службе инженерных изысканий.

Табл.4

Р $\frac{30213-400}{047(01)-81}$ Инструкт.-нормат., I вып. – 87–80. 3202000000

© Стройиздат, 1981

ВВЕДЕНИЕ

Проблема охраны природы и улучшения окружающей среды стала проблемой века. В условиях СССР она является важнейшей государственной задачей и делом всего народа.

Генеральная линия и задачи в области охраны природы и рационального использования природных ресурсов изложены в программе КПСС, в постановлении ЦК КПСС и Совета Министров СССР "Об усилении охраны природы и улучшении использования природных ресурсов", в соответствующих законах об охране природы, утвержденных Верховным Советом СССР и Верховными Советами некоторых союзных республик, в решениях XXVI съезда КПСС.

Среда обитания человека изменяется в двух направлениях: ухудшения и улучшения природы. Ухудшение природной среды проявляется в уничтожении растительности, загрязнении рек, озер и морей, в изменении рельефа в связи с появлением карьеров, горных отвалов, терриконов и свалок, развитием оползней, обвалов, селей, оврагов, заболачивания, истощении минеральных, энергетических и других природных ресурсов, в том числе подземных вод и т. д.

Улучшение природной геосреды осуществляется во многих районах страны (водная, лесная мелиорация), в некоторых новых городах, построенных в тяжелых природных условиях – в пустынях (города Шевченко, Навои), на Крайнем Севере (Норильск) и т. д.

Главные причины ухудшения природной среды следующие:

игнорирование и незнание методов и теории прогнозирования;

ведомственная и узкопрофессиональная ограниченность при планировании и проектировании нового строительства, использовании природных ресурсов и территорий;

непринятие мер предупреждения и борьбы с отрицательными изменениями окружающей среды и нежелательными антропогенными геологическими процессами.

Проблема охраны окружающей геологической среды комплексная и многогранная.

В службе инженерных изысканий в области рационального использования и охраны геологической среды имеются следующие недостатки:

при проведении инженерных изысканий мало уделяется внимания вопросам изучения, оценки и прогноза изменения геологической среды Этот недостаток имеет место в отчетных материалах по инженерно-геологическому обоснованию генсхем расселения (ГР), проектов районной планировки (РП) и первоочередной застройки территорий, технических проектов (ТП) строительства зданий и сооружений;

не даются рекомендации по мерам предупреждения и борьбы с отрицательными геодинамическими процессами.

Нередко архитектурно-планировочные и инженерные решения вносят дисгармонию во взаимодействие города, промышленного комплекса и окружающей природной среды, способствуют деградации природного ландшафта.

Капитальные затраты на строительство в значительной степени зависят от природной обстановки застраиваемой территории. Многие геодинамические процессы при прочих равных условиях могут увеличивать стоимость строительства до 50% и более. Например, при проявлении оползней капитальные затраты увеличиваются в среднем от 5 до 10% стоимости объекта, в условиях оврагообразования – на 10–20%, при заболачивании – на 0,2–1,5%, при увеличении сейсмичности на один балл, по антропогенным причинам – на 5–11% и т. д.

Инженерно-геологические условия удорожают не только строительство, но и эксплуатацию зданий и сооружений.

Цель настоящих Рекомендаций – повысить научно-технический уровень изысканий в области рационального использования и улучшения природной среды в связи с промышленным и гражданским строительством, оказать в этом направлении научно-техническую помощь изыскателям.

Рекомендации содержат:

дополнительные требования к службе инженерно-геологических изысканий, определяющие содержание и состав их на разных стадиях проектирования для освоенных и неосвоенных территорий, которые необходимы для получения информации о возможных антропогенных изменениях геологической среды;

основные принципы применения природозащитных мероприятий.

В работе принимали участие: проф., д-р геол.-минер. наук *Ф.В. Котлов* ; кандидаты геол.-минер. наук *Н. Л. Шешеня, А. И. Снобкова.*

Замечания просьба направлять по адресу:
105058, Москва, Окружной пр., 18, ПНИИИС Госстроя СССР.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Настоящие Рекомендации распространяются на инженерно-геологические изыскания для проектирования промышленного и гражданского (городского) строительства в связи с рациональным использованием и охраной геологической среды.

1.2. Рекомендации не распространяются на инженерно-геологические изыскания для других видов строительства (гидротехнического, транспортного, горного, мелиоративного и др.)

1.3. Настоящие Рекомендации развивают и дополняют главу СНиП II-9-78 "Инженерные изыскания для строительства. Основные положения".

1.4. В понятие геологической среды входит верхняя часть литосферы, находящаяся в сфере деятельности человека. Геологическая среда включает четыре основных компонента: рельеф (поверхность литосферы), породы (грунты), подземную гидросферу и современные геологические процессы и явления. Геологическая среда – составная часть природной среды. Такие компоненты природной среды, как атмосфера, поверхностная гидросфера, почвы, растительный покров и другие, взаимосвязаны и взаимодействуют с геологической средой, оказывают на нее влияние, поэтому им уделяется внимание в Рекомендациях. Гидрологические, метеорологические, почвенные, геоботанические, санитарно-гигиенические изыскания осуществляются специалистами соответствующего профиля.

1.5. Рациональное использование геологической среды предполагает ее оптимальное строительное и хозяйственное освоение при размещении, планировке, строительстве и эксплуатации городов и промышленных комплексов.

1.6. Охрана геологической среды предполагает такую систему строительства и хозяйственного использования территории, которая максимально ограничивает или исключает ухудшение ее компонентов, деградацию природного ландшафта, развитие нежелательных геологических процессов, деформации зданий и сооружений, наносящие ущерб народному хозяйству.

1.7. Для улучшения геологической среды применяются различные виды инженерно-геологических мелиораций.

1.8. Промышленное и гражданское строительство вызывает существенные изменения рельефа поверхности земли, состояния и физико-механических свойств грунтов, гидрогеологических условий, хода и направленности современных геологических процессов и явлений. Эти изменения формируют новые инженерно-геологические условия строительства и эксплуатации зданий и сооружений, которые должны учитываться в инженерно-геологических изысканиях.

1.9. Антропогенные изменения рельефа выражаются в понижении и повышении его отметок, в устройстве различного назначения выемок, насыпей, в нивелировании и расчленении поверхности земли. Виды изменений рельефа и факторы, их вызывающие, приведены в прил. 1.

Следствием изменения рельефа является обеднение природного ландшафта, преобразование микроклимата, гидрологических, гидрогеологических, геодинамических условий, состояния и свойств грунтов.

1.10. Изменения состава, структуры и свойств грунтов происходят в результате изменения термического, влажностного, химического режима, напряженного состояния массива грунтов под влиянием многочисленных антропогенных факторов. Эти изменения наиболее характерны для слабых глинистых, набухающих, засоленных, просадочных, многолетнемерзлых, заторфованных грунтов и торфов, некоторых разностей антропогенных отложений. Они часто сопровождаются снижением прочностных и деформационных свойств грунтов, вызывают многие геологические процессы и явления, деформации зданий и сооружений (прил. 2).

1.11. Антропогенные изменения гидрогеологических условий выражаются в понижении или повышении уровня подземных вод, переформировании фильтрационно-гидродинамического, химического и температурного режима, возникновении и исчезновении водоносных горизонтов, перемещении областей питания, транзита и разгрузки. Эти изменения отражаются на состоянии и свойствах грунтов, вызывают появление антропогенных геологических процессов и явлений (прил. 3).

1.12. Под влиянием промышленного и гражданского строительства изменяются природные геологические процессы и явления и формируется широкий спектр антропогенных геологических процессов и явлений. Среди последних особенно широко распространены подтопление, просадки лёссовых грунтов, протаивание и объемные деформации многолетнемерзлых грунтов, засоление, оползни, эрозия, сдвижение грунтов в массиве и оседание поверхности земли. С антропогенными процессами и явлениями связано до 70% аварий и деформаций зданий и сооружений. Виды антропогенных геологических процессов и явлений и факторы, их вызывающие, приведены в прил. 4. Характеристика антропогенных геологических процессов и явлений, развитых на территории города, дана в [4].

1.13. Изменения геологической среды, указанные в пп. 1. 9 – 1. 12, должны найти отражение в отчетных материалах изыскателей по каждому крупному строительному объекту и в особенности на стадиях технико-экономического обоснования генсхем расселения (ГР), районной планировки (РП), генплана города (ГП) и проекта детальной планировки (ПДП), когда изысканиями охватываются значительные площади.

Содержание и объемы изысканий (инженерно-геологические рекогносцировка, съемка, разведка [15] различаются в зависимости от размера, профиля и значения города и промышленного объекта; регионально-геологических и зонально-климатических условий; стадий проектирования, инженерно-геологической изученности территории.

1.14. В Рекомендациях предусмотрены новые (нетрадиционные) требования к изыскателям (учитывая новизну проблемы охраны среды), которые под силу квалифицированным коллективам изыскательских организаций. Мелкие и маломощные изыскательские подразделения могут привлекать к изысканиям и консультациям квалифицированных специалистов смежных учреждений.

2. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗЫСКАНИЯ

ВВОДНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

2.1. Инженерно-геологические изыскания под объекты промышленного и гражданского строительства должны быть целенаправленными, комплексными, экономически обоснованными, отвечать современным требованиям охраны и улучшения природной геологической среды. Это означает, что в процессе изысканий необходимо получить такую информацию о возможных антропогенных изменениях строения, о свойствах изучаемых массивов пород, развивающихся в них процессах,

которая позволила бы наиболее рационально вписать инженерные сооружения в природную среду, обеспечить должную устойчивость сооружениям, максимально ограничить или исключить возможное развитие нежелательных природных и антропогенных геологических процессов.

2.2. Следует различать изыскания на неосвоенных и на освоенных территориях. Состав, содержание и объемы работ на каждом из этих участков в различных регионально-геологических, зонально-климатических условиях и на разных стадиях изысканий будут разными.

2.3. Накопившийся опыт отечественных и зарубежных исследований позволяет для целей охраны геологической среды общепринятые стадии изысканий для промышленного и гражданского строительства условно объединить в три стадии:

а) *в пределах неосвоенных и неизученных территорий:* первая – инженерно-геологические изыскания для технико-экономического обоснования генсхем расселения и проекта районной планировки; вторая – инженерно-геологические изыскания для обоснования генерального плана города и разработки плана детальной планировки и первоочередной застройки; третья – инженерно-геологические изыскания для обоснования технического проекта и рабочих чертежей;

б) *в пределах освоенных городских территорий:* первая – инженерно-геологические изыскания для технико-экономического обоснования плана застройки отдельных микрорайонов; вторая – инженерно-геологические изыскания для обоснования технического проекта; третья – инженерно-геологические изыскания для обоснования рабочих чертежей. Для менее значительных сооружений изыскания двух последних стадий объединяют в одну стадию – техно-рабочий проект. По вопросу стадийности проектирования надлежит руководствоваться решением Госстроя СССР № 156 от 15.1X.1975 г.

ИЗЫСКАНИЯ НА НЕОСВОЕННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ

Инженерно-геологические изыскания для технико-экономического обоснования генсхемы расселения и проекта районной планировки

2.4. При проведении изысканий в пределах неосвоенных и неизученных районов дается обоснованное решение по наиболее рациональному использованию данной территории с целью ее застройки промышленными комплексами или отдельными фабриками и заводами, размещения поселков, городов, пригородных лесопарковых зон, дорог, сельскохозяйственных угодий и др. При этом необходимо исходить из следующего положения: инженерно-геологические изыскания по обоснованию использования территорий и районной планировки должны быть достаточными для оценки современных инженерно-геологических условий территории изысканий, а также для качественного прогноза изменения основных компонентов геологической среды под воздействием намечаемых видов застройки.

Требования к составу, содержанию и объему информации, характеризующей строение, свойства массивов пород, гидрогеологические условия, природные процессы и явления, довольно подробно изложены в специальной литературе и в ряде нормативных документов и руководств, поэтому они в настоящих Рекомендациях не приведены.

2.5. Предварительное инженерно-геологическое районирование осваиваемой территории с обоснованием наиболее рационального ее использования осуществляется по геоморфологическому признаку (высотному положению и расчленению рельефа), геологическому строению, составу и

свойствам горных пород, гидрогеологическим условиям, характеру, масштабам и степени опасности для зданий и сооружений современных геологических процессов.

Обоснование по использованию каждого из выделенных районов в последующем выполняется с учетом трех главных критериев: экономического профиля города, поселка, промышленного комплекса и т. п.; степени податливости основных компонентов геологической среды к антропогенным изменениям; морального и экономического ущерба от антропогенных изменений природной среды, деформации зданий и сооружений. На гидрогеологическую карту особым отличительным знаком наносят водоносные горизонты, перспективные для водоснабжения и не защищенные водоупорами и подлежащие в будущем охране от загрязнения; области питания подземных вод. Окончательный выбор участков для определенных видов застройки и использования осуществляется только после оценки инженерно-геологических условий.

2.6. Прогнозы антропогенных изменений геологической среды под влиянием намечаемых видов освоения территории особое значение приобретают для территорий со специфическими инженерно-геологическими условиями, которые при существующих методах их освоения в большинстве случаев испытывают резкие изменения.

2.7. Прогнозы антропогенных изменений территорий в зоне многолетней мерзлоты с развитием высокольдистых и сверхльдистых (более 50–70% льда) дисперсных или сходных с ними многолетнемерзлых грунтов должны базироваться на учете специфических условий, в том числе гидрогеологических, изучении закономерностей формирования геокриологических условий и причин появления этих закономерностей, анализе изучаемой территории с использованием аналогов среди застроенных территорий. Для каждого района, застраиваемого участка на основе результатов прогноза должны быть разработаны основы охраны среды и управления геокриологическими условиями: деградация и аградация многолетней мерзлоты, термопросадки, термокарст, пучение, солифлюкция, наледи и другие геокриологические явления.

2.8. Прогнозы ожидаемой суммарной величины просадки лёссовых грунтов в основаниях намечаемых сооружений на всю глубину зоны аэрации, а также возможного изменения величины просадки во времени осуществляют раздельно для участков, где лёссовые грунты подстилаются водоупорами и хорошо фильтрующими отложениями. При хозяйственной деятельности человека могут неожиданно возникать значительные просадки грунтов, сопровождающиеся катастрофическими деформациями зданий и сооружений. Этот процесс возможен в засушливых областях страны на участках, где мощность лёссов достигает 20–30 м и более, а глубина залегания грунтовых вод 30–50 м. В этих случаях процесс возникновения просадок происходит через несколько лет нормальной эксплуатации территории. Причиной просадок является замачивание и постоянно развивающийся во времени суффозионно-диффузионный вынос мелких песчаных и пылеватых частиц из верхней зоны аэрации в нижнюю. На участках, где возможны утечки поверхностных вод (и их инфильтрация), "агрессивных" по отношению к солевому составу грунтов, также можно ожидать дополнительные значительные просадки. Следует предсказать также возможность и ориентировочную величину просадок, вызванных протаиванием мерзлых пород, динамическими воздействиями от взрывов и работающих механизмов.

Задачей данного вида прогноза является ориентировочная оценка просадочности грунтов на площадях, соизмеримых с размерами проектируемых поселков, городов или их отдельных микрорайонов, промышленных комплексов и т. п. Это позволит заранее наметить определенный комплекс инженерных мероприятий с тем, чтобы не повторять отрицательный опыт застройки.

2.9. Прогнозы подтопления застраиваемой территории приобретают особое значение в районах распространения мелкодисперсных и особенно

лёссовых грунтов, поскольку здесь отмечены большие площади подтопления (до 70% городов юга Украины) и скорости подъема грунтовых вод. Результаты изысканий, а также обобщения положительного и отрицательного опыта освоения территорий с подобными инженерно-геологическими условиями должны позволить уже на первой стадии предсказать и наметить области с разной скоростью подъема грунтовых вод, а следовательно, выделить участки разной возможности подтопления. С учетом этих данных дается обоснование по рациональному размещению городов, зеленых зон отдыха, промышленных комплексов и отдельных заводов, междугородных дорог и сельскохозяйственных угодий (например, заливных лугов).

2.10. Прогнозы возможного развития антропогенных процессов и деформаций поверхности земли, зданий и сооружений, обусловленных подработкой территорий, осуществляются на участках намечаемой подземной добычи полезных ископаемых способами выщелачивания солей, газификации углей, перегонки сланцев, выплавления полезных ископаемых, обрушения кровли, добычи нефти, газа, подземных вод.

2.11. Прогнозы изменения сейсмических условий на осваиваемых территориях выполняются для сейсмически активных районов, для участков, сложенных рыхлыми песчано-глинистыми грунтами.

2.12. Прогнозы изменений в развитии природных экзогенных или образования антропогенных склоновых геологических процессов осуществляются на всех стадиях изысканий. На первой стадии производят оценку типов и ориентировочных объемов процессов, которые могут активизироваться или вновь возникнуть в результате хозяйственной деятельности человека. Причем, среди всего многообразия инженеры-геологи должны предсказать появление тех процессов, которые могут значительно увеличить стоимость сооружений, угрожать их нормальной эксплуатации и нанести ущерб окружающей среде путем уничтожения ценных земель—деградации ландшафта и т. п.

2.13. Прогнозы возможного загрязнения подземных вод направлены на предсказание степени и характера последствий загрязнения подземной гидросферы в результате намечаемых видов хозяйственного освоения территории. Эти сведения нужны для обоснования и выбора соответствующих охранных мероприятий. Отсутствие отмеченных прогнозов в последующем может вызвать большие затраты по очистке вод и по борьбе с развитием специфических антропогенных процессов, обусловленных загрязнением. Прогнозирование осуществляется с привлечением специалистов соответствующего профиля.

Особое внимание обращается на качественную оценку степени загрязнения подземных вод за счет возможного поступления в них органических веществ, плохо поддающихся химическому и биологическому разложению, фекальных коли-форм и стрептоккоков, общего фосфора, основных форм азота, микроэлементов (As, cd, Cr, Co, Fe, Pb, Mn, Hg, Sc, Sn), общего органического углерода и хлорофилла. В пределах областей, намечаемых для сельскохозяйственного освоения с применением удобрений, следует ориентировочно оценить степень загрязнения воды фосфатами, поташем, пестицидами, инсектицидами и гербицидами.

В связи с изложенным основными задачами изысканий при обследовании водосборных бассейнов являются: определение типов и примерного количества потенциальных загрязнителей вод, которые будут мигрировать в пределах территорий бассейнов и в конечном итоге загрязнять подземную гидросферу; выявление особенностей будущих загрязнителей и их источников в зависимости от характера хозяйственного использования земель; определение масштабов антропогенных изменений поверхностного и подземного стока и связанных с ним процессов. Характеристика загрязнения поверхностных вод дается гидрологами, подземных вод – с привлечением гидрохимиков и санитарных врачей.

2.14. Прогнозы загрязнения почв химическими соединениями и твердыми отходами хозяйственной деятельности человека, прогнозы радиоактивного заражения, повторного засоления и рассолонцевания в областях

орошения осуществляются с участием почвоведов. В результате прогнозов следует выделить участки по их потенциальной предрасположенности к загрязнению с целью охраны земельного фонда от качественного истощения и изменения биосферы почв и ограничения изъятия земель из сельскохозяйственного пользования.

2.15. Прогнозы процесса набухания и усадки глинистых грунтов, а также прогнозы изменения структурно-текстурных особенностей и свойств глинистых образований выполняются для различных условий возможных источников замачивания (расстояния, химического состава вод, периодичности, продолжительности и водообильности источников) и вероятных изменений термического режима грунтов.

2.16. Рельеф, гидрологические и климатические условия осваиваемых территорий изучаются с учетом современных требований к так называемым "бросовым" (малоценным) землям, пораженным оврагами, оползнями, эрозией, абразией и другими геологическими процессами.

Имеющийся опыт строительного освоения территорий, рассеченных оврагами, показал, что засыпка оврагов приводит к повышению стоимости одного квадратного метра полезной площади; она часто является причиной подтопления данных участков из-за перекрытия естественных путей фильтрации подземных вод и как следствие деформаций зданий и сооружений. Кроме финансовых затрат, нивелирование рельефа и вызванные этим изменения гидрологических условий приносят окружающей среде и человеку моральный ущерб: придают местности безликий вид, способствуют обеднению ландшафта.

Изменения рельефа и поверхностного стока, уничтожение гидрографической сети оказывают также существенное влияние на микроклимат, свойства грунтов, на развитие многих природных и антропогенных процессов, поэтому результаты изысканий должны быть достаточными для оценки названных изменений.

Необходимо дать качественный прогноз возможных изменений современной устойчивости "бросовых" (малоценных) земель от совокупного влияния застройки или иного хозяйственного их освоения, а также от антропогенных изменений других компонентов среды.

Следует разработать научно и экономически обоснованные рекомендации по рациональному использованию "бросовых" земель (с предложениями природозащитных мероприятий).

2.17. Выбор и заложение опорных участков для стационарных наблюдений за изменением основных компонентов геологической среды осуществляются на первой стадии инженерных изысканий. Результаты изысканий должны быть достаточными для выбора наиболее типичных (для данной регионально-геологической и зонально-климатической зоны) участков:

где имеет место развитие процессов, которые значительно ухудшают инженерно-геологические условия осваиваемой территории;

где застройка приведет к активизации природных или образованию антропогенных процессов, способных существенно повысить стоимость строительства и эксплуатации зданий и сооружений, а также вызовет другие вредные воздействия на окружающую среду.

В число наблюдаемых следует, в первую очередь, включать такие наиболее распространенные и наносящие ущерб явления, как: мерзлота; просадка лессов и лессовидных грунтов; сейсмичность; подработка территории; подтопление; склоновые экзогенные процессы и явления; загрязнение поверхностной и подземной гидросферы, почвы и воздуха; деградация ландшафта (отвалы, терриконы, карьеры, вырубка леса и уничтожение растительности, заболачивание, ликвидация гидрографической сети и т. д.).

2.18. Изучение региональных и зональных закономерностей антропогенных изменений основных компонентов геологической среды, а также причин появления данных закономерностей относится к числу главных задач наблюдений. Горные породы, слагающие массивы, соизмеримые с размерами инженерных сооружений, следует рассматривать как сложную систему, состоящую из твердой, жидкой, газообразной и биогенной частей. Значительное влияние на изменение свойств дисперсных грунтов может оказать их биогенная составляющая. Для пород необходимо получать такой набор количественной информации, который полностью охарактеризует изменение во времени их строения и свойств, а также антропогенные факторы, вызвавшие эти изменения. Изучая гидросферу с участием гидрологов, рекомендуется обращать внимание на получение количественных показателей, отражающих режим поверхностного и подземного стока, загрязнение вод и истощение их запасов, взаимодействие природных и загрязненных вод для определения возможности их самоочищения, условия гидрогеохимического массопереноса в природных и загрязненных водах. Результаты исследований в последующем должны лечь в основу решения проблемы захоронения или полной переработки твердых и жидких отходов хозяйственной деятельности человека. Отмеченные закономерности изменения развития природных или появление антропогенных геологических процессов явятся базой для решения задач прогноза данных изменений среды. Знание закономерностей изменения рельефа позволит наметить наиболее рациональные методы его освоения, сохранив первозданную красоту или искусственно сделав природный ландшафт более выразительным.

2.19. Выявление и наблюдение за характерными признаками (симптомами), которые предшествуют критическим (пороговым) изменениям геологической среды, является обязательным видом работ стационарных наблюдений. Эти симптомы следует рассматривать как критерии прогноза величины и времени деформации зданий, засоления или заболачивания территории, подтопления, истощения запасов подземных вод, загрязнения эксплуатационных запасов воды с исключением из водопользования, увеличения сейсмичности и т. д.

2.20. Детальное изучение неблагоприятных антропогенных процессов и явлений, принесших значительный ущерб природной среде, выполняется по специальной программе, параллельно изучаются типы воздействия на окружающую среду отмеченных процессов.

2.21. Разработка математических инженерно-геологических моделей антропогенных изменений основных компонентов геологической среды осуществляется после первого года стационарных наблюдений. Это необходимо для того, чтобы своевременно скорректировать виды и объем работ стационарных наблюдений, уточнить содержание, качество и достаточность получаемой количественной информации. Следует предусмотреть проведение исследований наиболее сложных природных процессов на натурных моделях.

2.22. Оценка современного состояния и прогноз изменения наблюдаемых процессов и явлений выполняется с помощью выбранных и научно обоснованных инженерно-геологических моделей. Решение данной задачи имеет большое значение для теоретического обоснования методов оценки и прогноза. Кроме того, появится возможность проверить достоверность этих методов с уточнением границ их применимости и интерпретации полученных результатов.

2.23. Обоснование природозащитных мероприятий и применяемых методов оценки и прогнозов нежелательных последствий антропогенных изменений геологической среды необходимо осуществлять на основе ориентировочной оценки ущерба, причиняемого антропогенным изменением среды.

2.24. Выбор и обоснование охранных зон (геологических заповедников) производится на основе анализа всех имеющихся материалов. В число охраняемых объектов должны быть включены:

уникальные естественные геологические разрезы – обнажения, имеющие большое учебное и научное значение;

скопления уникальной погребенной фауны и флоры; редкие формы – останцы рельефа, уникальные оползни, обвалы, осыпи, дюны, карстовые пещеры, провалы, озера, тектонические формы (разломы, сбросы, надвиги, складки), минеральные источники, метеориты и др.;

области питания подземных вод, водоисточников, водозаборов.

Инженерно-геологические рекомендации по рациональной планировке застраиваемых территорий в аспекте эффективного использования геологической среды

2.25. Изыскания первой стадии должны обосновать наиболее эффективное использование осваиваемой территории с максимальным сохранением природного динамического равновесия. Общей тенденцией освоения территории должно быть улучшение природной среды. При разработке рекомендаций по размещению городов, поселков, промышленных предприятий необходимо руководствоваться главой СНиП II-60-75 "Планировка и застройка городов, поселков и сельских населенных пунктов", а также пп. 2.26–2.34 настоящего документа.

2.26. В районах с 9-балльными и более землетрясениями в целях уменьшения сейсмического риска необходимо ограничивать строительство промышленных предприятий, не связанных с разработкой местных сырьевых ресурсов. Землетрясения с неглубокими очагами вызывают сильные сейсмические толчки на сравнительно небольшой территории. На этих участках рекомендуется воздержаться от размещения ответственных сооружений (административных, хозяйственных и промышленных зданий).

2.27. Повышение уровня подземных вод в сейсмических районах особенно опасно для участков, сложенных дисперсными грунтами (пылеватыми, суглинистыми, супесчаными). Здесь возможно повышение сейсмичности на величину до двух баллов, как это имеет место в Газли, Ашхабаде, Ташаузе, Мары-Грэс, Небит-Даге, Кизыл-Арвате и др.

2.28. Землетрясения с глубоким очагом, расположенным в 100–200 км от намечаемого участка строительства, имеют большую площадь распространения сильных сотрясений на поверхности земли с большим периодом колебаний. Они опасны для высоких зданий.

На участках развития активных экзогенных геологических процессов и явлений (обвалы, оползни, осовы, сели, снежные лавины, карст, суффозия и т. п.) не рекомендуется размещать сооружения первого класса и внеклассные. Использование этих территорий для строительства должно быть обосновано результатами специальных детальных исследований с оценкой и прогнозом изменения состояния названных процессов. При необходимости даются рекомендации по защите зданий и сооружений от воздействия данных процессов.

2.29. В зоне подземной добычи полезных ископаемых не следует размещать объекты промышленного и гражданского строительства. Здесь целесообразно размещать лесопарковые зоны отдыха. Подземной добыче полезных ископаемых и решению об использовании этой территории для застройки должно предшествовать уточнение запасов полезных ископаемых, оценка объемов пород при сдвижении от проходки с обрушением кровли.

2.30. Промышленные предприятия, особенно те, которые будут выделять вредные вещества, нужно выносить за черту города или рабочего

поселка. Их рекомендуется размещать с учетом розы ветров, рельефа, гидрологических и гидрогеологических условий. Это означает, что данные сооружения не должны, например, проектироваться в замкнутых котловинах, на участках питания подземных вод или расположения водоносных горизонтов, перспективных для водоснабжения и не защищенных водоупорами. Они должны быть размещены таким образом, чтобы свести к минимуму загрязнение поверхностных и подземных вод, атмосферы над городами и поселками. Желательно, чтобы поселки, города и промышленные предприятия разделялись лесополосами, которые бы играли роль санитарно-защитной зоны.

2.31. Необходимо избегать застройки участков, расположенных вблизи терриконов, отвалов, хвостохранилищ, угрожающих загрязнением атмосферы, поверхностных и подземных вод, развитием оползней и обвалов.

2.32. Не рекомендуется проектировать строительство промышленных предприятий на территориях, которые могут иметь рекреационную ценность, а также вблизи существующих курортов.

2.33. Рациональное использование территории должно включать решение таких взаимосвязанных проблем, как охрана земельного фонда от развития нежелательных антропогенных процессов (склоновых, эрозии, карста и суффозии, подтопления, заболачивания, засоления, просадок и т. д.); ограничение изъятия земель из сельскохозяйственного пользования; охрана водных ресурсов от истощения и загрязнения; охрана атмосферы и лесного фонда страны от загрязнения и уничтожения.

Инженерно-геологические изыскания для обоснования генерального плана города и разработки плана детальной планировки и первоочередной застройки

2.34. На второй стадии изыскания ведутся на значительно меньшей территории, чем на стадии технико-экономического обоснования и районной планировки. Перед изыскателями ставится задача обеспечить проектировщиков и строителей информацией, достаточной для экономического обоснования наиболее рациональной планировки города, зонирования городской территории, последовательности застройки и благоустройства. Результаты изысканий должны позволить осуществить ориентировочный количественный прогноз изменения основных компонентов геологической среды на данных участках, которые могут быть вызваны воздействием: города в целом, различных промышленных сооружений; коммунальной сети, дорожного строительства; различных водоемов, создаваемых для благоустройства города и т. п. Следовательно, для каждого из участков намечаемого строительства или иного хозяйственного освоения кроме сведений, регламентируемых соответствующими главами СНиП и инструкциями [3,15], необходимо обращать внимание на вопросы, изложенные в пп. 2.35–2.46 настоящих Рекомендаций.

2.35. Выделение участков, квазиоднородных по степени податливости геологической среды к антропогенному изменению под влиянием намечаемого их освоения, осуществляется на основе анализа инженерно-геологических условий территории и вида ее освоения. В результате этого анализа нужно выделить участки, в пределах которых можно ожидать: качественно одинаковые изменения мерзлотных условий, сейсмичности; загрязнение почв, поверхностных и подземных вод жидкими и твердыми отходами производственных предприятий и иной хозяйственной деятельности человека; деградацию природного ландшафта за счет его нивелирования, создания терриконов, отвалов, карьеров; изменения строения массивов пород, их несущих и фильтрационных свойств, а также развивающихся в них процессов; подтопление, заболачивание и повторное засоление почв; развитие склоновых антропогенных процессов. Выделение квазиоднород-

ных участков выполняется по одному или нескольким (типичным для данной территории) нежелательным изменениям вышеперечисленных компонентов среды.

2.36. Выявление нежелательных антропогенных изменений геологической среды осуществляется для каждого квазиоднородного (по степени податливости среды антропогенным изменениям) участка. При этом необходимо выявить изменения, проявление которых произойдет при строительстве и эксплуатации зданий и сооружений. К их числу могут, например, относиться следующие:

замерзание грунтов и подземных вод под неотапливаемыми зданиями, на затененных участках и т.п. (морозное пучение, образование гидролакколитов, ледяных бугров, пластовых льдов, наледей; морозное выветривание);

протаивание мерзлых грунтов и льдов (термопросадки, термокарст, солифлюкция);

обогрев, обжиг и плавление грунтов (термоусадка глинистых грунтов, образование пустот и сдвижений в массиве пород);

понижение уровня подземных вод и осушение грунтов (гидростатическое обжатие грунтов и оседание поверхности; дегидратационно-гидравлическое сжатие грунтов и оседание поверхности; деструкционное проседание поверхности; увеличение глубины сезонного промерзания; уменьшение водности рек; исчезновение родников, малых рек, озер, болот, гибель растительности; развитие карстово-суффозионных процессов);

повышение уровня подземных вод, обводнение и увлажнение грунтов (подтопление территории, затопление подвалов и выработок; заболачивание; просадки лессовых и набухание глинистых грунтов; размокание, уменьшение прочности связных пород, гидратационное оседание; повторное засоление почв, развитие склоновых процессов);

изменение фильтрационно-гидродинамического режима (антропогенная механическая суффозия, прорыв подземных вод и плывунов в выработки, строительные котлованы, суффозионно-механическое проседание и провалы, гидростатический и фильтрационный выпор грунтов, декольматация трещин и пустот, суффозионные и гидродинамические оползни);

изменение химического режима (химическая суффозия, антропогенный карст, засоление, осмотическое разуплотнение грунтов);

статические нагрузки (сверхнормативное гравитационное сжатие грунтов и оседание поверхности, гравитационный выпор грунтов, гравитационные оползни и обвалы);

динамические и ударные нагрузки (сверхнормативное вибрационное уплотнение грунтов и оседание поверхности, тиксотропное разжижение грунтов и оседание поверхности, ударное и взрывное сжатие и разрыхление, вибрационно-динамическое смещение грунтов на склонах и откосах);

вскрытие массива грунтов открытыми и подземными выработками (пучение дна и бортов выемок, разуплотнение грунтов, оползни, обвалы в откосах выемок, серия субтерральных геологических процессов);

нарушение естественного стока атмосферных вод (развитие оврагов, рытвин, промоин, заболачивание, антропогенные сели, оползни и оплывины);

сработка статических запасов подземных вод (истощение запасов, развитие карстово-суффозионных процессов, засоление вод);

загрязнение поверхностных и подземных вод за счет различного рода отходов (жидких и твердых) хозяйственной деятельности человека (исключение этих вод из водопользования);

загрязнение жидкими и твердыми отходами почв (исчезновение растительности или появление вредных сорных трав, исключение почв из сельскохозяйственного пользования).

В задачу изыскателей входит не только выявление перечисленных антропогенных изменений природной среды, но и ориентировочная оценка величины ущерба от их проявления.

2.37. Ориентировочный количественный прогноз антропогенного изменения основных компонентов геологической среды используется для обоснования соответствующих инженерных мероприятий для придания необходимой устойчивости проектируемым зданиям и сооружениям и защиты окружающей среды. К числу наиболее важных прогнозов относятся прогнозы, изложенные в пп. 3.38–3.42.

2.38. Прогнозы изменения несущих и фильтрационных свойств пород в массиве под влиянием намечаемого освоения территории приобретают особое значение для специфических по составу, строению и свойствам грунтов (лессовидных просадочных, набухающих глинистых, заторфованных, торфов, многолетнемерзлых, слаболитифицированных, засоленных).

Для выполнения данных прогнозов по каждому из названных типов грунтов должны быть получены следующие сведения:

для лессов и лёссовидных грунтов – возможность и ориентировочная величина подтопления осваиваемых участков, суффозионно-диффузионный вынос мелких и пылеватых частиц из верхней зоны аэрации в нижнюю растворение легко растворимых солей инфильтрующимися бытовыми и производственными водами за счет различного рода утечек и поливов. С учетом этих данных дается прогноз антропогенного изменения суммарной величины просадки толщи на всю глубину зоны аэрации;

для набухающих глинистых грунтов – данные об антропогенных изменениях их влажностного и термического режима, состава поглощенных оснований и емкости поглощения с тем, чтобы определить величину возможного набухания (экстремальные и средние значения);

для заторфованных грунтов и торфов – величина изменения естественного поверхностного стока в областях питания болот и их отложений, площади медленно текущих водотоков и застойных водоемов, дебит родников за счет застройки и нивелирования территории; оценка величины изменения уровня грунтовых вод, влажностного и термического режимов, вызванных мелиоративными работами, а также количество и степень разложения растительных остатков. С учетом этих данных дается прогноз возможных изменений деформационных и прочностных свойств торфов и заторфованных грунтов;

для многолетнемерзлых грунтов – оценка величины тепловой нагрузки от определенных видов освоения и использования территории. Следовательно, необходимо иметь данные об ожидаемых изменениях температурного поля массивов пород с различными мерзлотными условиями. Поскольку данные грунты подвержены спонтанному изменению строения и свойств, развитию в них процессов, то на данной стадии необходимо провести дополнительные исследования по разработке методов сохранения природного термодинамического равновесия. На их основе должны быть разработаны конкретные рекомендации по рациональному освоению территории. Результаты этих исследований послужат также основой для разработки методов геокриологического прогноза;

для засоленных, карстующихся карбонатных, сульфатных и других грунтов – оценка химического состава, агрессивности подземных, поверхностных и сточных вод по отношению к грунтам. Ориентировочно определяются растворимость (скорость) данных грунтов указанными сточными водами при ожидаемой их температуре, величина понижения уровня подземных, особенно напорных вод за счет длительных эксплуатационных откачек и вскрытия водоносных горизонтов, скорость движения подземных вод и интенсивность водообмена и т.п. Для территорий с развитием отмеченных типов грунтов полученные сведения должны позволить оценить возможность развития карста и карстово-суффозионных процессов.

На второй стадии инженерно-геологических изысканий необходимо также выполнить ряд специализированных полевых и лабораторных исследований с целью оценки возможного изменения строения и свойств грунтов в массиве и развивающихся в них процессов под воздействием объектов намечаемого промышленного и гражданского строительства.

Изучаются такие изменения, которые могут вызвать нежелательные последствия, например разуплотнение, размягчение сцементированных и твердых глинистых пород, набухание глинистых грунтов, выщелачивание и коррозия, осадки при протаивании и другие. Отмеченные антропогенные изменения могут возникать за счет: дополнительного воздействия на породы оснований сточных, поверхностных и подземных вод; разложения органического вещества; изменения уровня подземных вод; статических и динамических воздействий и ряда других антропогенных факторов.

В соответствии с изложенными требованиями необходимо располагать предварительными количественными данными о названных антропогенных факторах.

2.39. Прогнозы антропогенного изменения поверхностной гидросферы (изменение водности, расходов, ресурсов, химического состава, температуры и других свойств) выполняются с привлечением гидрологов.

2.40. Прогнозы изменения подземной гидросферы (уровенного, гидродинамического, химического, температурного режима подземных вод) осуществляются совместно с гидрогеологом.

2.41. Прогнозы развития экзогенных геологических процессов под влиянием намечаемого освоения территории даются для таких процессов, проявление которых нанесет материальный и моральный ущерб, приведет к деградации природного ландшафта. Следовательно, на второй стадии эти процессы должны быть выявлены и для каждого из них получена соответствующая дополнительная информация.

Для склоновых гравитационных процессов (обвалы, оползни, оползни-обвалы, осыпи, осовы) нужно установить основные антропогенные факторы, действие которых будет вызвано определенным типом застройки и освоения территории. По каждому фактору нужно получить их ориентировочные числовые значения исходя из анализа конкретных инженерно-геологических условий застраиваемого участка и проектных разработок, как, например, параметры ожидаемых подрезок склонов в нижней части и дноуглубительных работ в их основании; величины пригрузок верхних частей склонов, динамических нагрузок на склоны, вдоль которых будут проложены железнодорожные линии или скоростные автомагистрали; объем инфильтрующейся воды, поступающей от различных водопроводящих систем и увлажняющей породы; продолжительность и периодичность антропогенного обводнения пород, а также другие сведения, характеризующие изменения гидрологических и гидрогеологических условий.

На участках, где будет намечено строительство комплекса противооползневых мероприятий с проходкой и устройством глубоких штольневых дренажных сооружений, необходимо провести дополнительные полевые и лабораторные исследования с целью: определения роли подземных вод в формировании антропогенных оползней; ориентировочной оценки эффективности дренажа; установления возможности и величины суффозионного выноса мелких частиц в дренажные сооружения и как следствие разуплотнения массива пород, изменения прочностных свойств, что неизбежно приведет к уменьшению устойчивости склонов; выявления локальных путей с повышенными скоростями фильтрационного потока, которые могут образоваться за счет хозяйственного освоения склонов.

Для криогенных процессов (термокарст, наледи, ледяные бугры-булгунняхи, солифлюкция) важно оценить масштаб антропогенных изменений мерзлотных условий на участках, где имеются толщи мерзлых пород, содержащих сингенетические жилы льда; промерзшие торфяники, подстилаемые весьма льдистыми озерно-аллювиальными отложениями; многолетнее промерзание и оттаивание слабых глинистых грунтов; естественное развитие эпигенетических жильных льдов на сингенетических жилах; смена горизонтов слабой и большой льдистости грунтов; большие мощности элювиальных и обломочных образований. По каждому из названных участков нужно также ориентировочно оценить величину

возможного изменения: температуры поверхности земли под гражданскими зданиями и промышленными сооружениями, на теневой стороне под различного рода искусственными насыпями, водоемами, на участках срезки растительного и снежного покрова; радиационного баланса; суммарной величины теплоиспарения и конденсации; глубины залегания и режима надмерзлотных, межмерзлотных и подмерзлотных вод. Здесь важно предсказать и не допустить возможность прорыва межмерзлотных или подмерзлотных вод под теплыми зданиями и сооружениями.

Для процессов эрозии (речной, канальной, овражной, плоскостной) и дефляции, наносящих значительный материальный и экологический ущерб не только почвам, но и окружающей среде (загрязнение водоемов, грунтовых и подземных вод, деградация ландшафта, усиление развития склоновых гравитационных процессов) необходимо оценить величину возможного усиления развития эрозии на эрозионноопасных в естественных условиях участках (склоны крутизной более 5°).

Для решения данной задачи нужно располагать информацией, позволяющей оценить, насколько и как изменяется: поверхностный сток после *застройки территории с выявлением возможных локальных участков* концентрированного стока (вместо природного рассредоточенного) и избыточного увлажнения пород, слагающих склоны; растительный покров; мощность зоны выветривания за счет разрыхления, снятия растительного покрова, изменения влажностного и температурного режима грунтов; крутизна склонов, природная эрозионная расчлененность рельефа (с оценкой влияния этого изменения на гидрологический и гидрогеологический режим) и глубина местных базисов эрозии; ветровой режим застроенных территорий с точки зрения достижения дефляционопасных скоростей ветра; физические, водно-физические и фильтрационные свойства почв и грунтов.

Для прогноза развития процесса подтопления застроенных территорий важно ориентировочно оценить: возможные объемы инфильтрующейся промышленной и хозяйственно-бытовой воды, а также вод искусственных водоемов, оросительных каналов; площади засыпанных оврагов, балок, речных долин с выделением тех, которые в природных условиях служили дренами для грунтовых и подземных вод; величину изменения поверхностного стока и возможные объемы локальной концентрированной инфильтрации сточных вод. В пределах участков расположения проектируемых промышленных комплексов нужно предусмотреть и определить площадь и глубину возможной искусственной силикатизации пород зоны аэрации водами промышленных предприятий с целью оценки величины возможного подпора подземных вод.

Для процессов механической суффозии важно определить величины возможных антропогенных изменений таких показателей, определяющих развитие данного процесса, как напора и скорости фильтрационного потока подземных вод, мощности пород зон аэрации, отметок базиса стока подземных вод (или уровней их разгрузки).

2.42. Прогноз изменения сейсмических условий осваиваемой территории уточняется с учетом сейсмического микрорайонирования и новых данных о величине ожидаемых антропогенных изменений гидрогеологических и грунтовых условий на участках, выбранных под определенный вид застройки и хозяйственного использования.

2.43. Рекомендации по рациональному использованию природного рассеченного рельефа, заболоченных территорий, сельскохозяйственных земель и водных ресурсов. Результаты изысканий должны позволить дать научно и экономически обоснованные рекомендации следующего характера:

осваивать овражно-балочную и речную сеть в ее естественном состоянии с проведением минимальных затрат на повышение устойчивости склонов и прекращение их развития;

овраги, балки и речные долины соответствующих размеров можно использовать для прокладки городских магистралей, что является самым дешевым современным методом защиты прилегающей жилой территории от шума, пыли и выхлопных газов;

использовать названные формы рельефа под жилую застройку, как это делается, например, в городах Киеве, Тбилиси, Баку, Горьком, Фрунзе, Смоленске и ряде других. Это позволит функционально и пространственно соединить отдельные части жилого района, а застройке придать выразительность;

следует применять и рекомендовать опыт террасной застройки крутых склонов морских террас, оврагов, балок, речных долин по примеру их застройки в Швейцарии, Швеции, Норвегии, когда крыша нижележащих помещений служит террасой-садом квартир верхних этажей;

неустойчивые участки склонов целесообразно использовать для озеленения. Это явится примером бережного отношения к ландшафту и государственного подхода к охране среды за счет создания дополнительных территорий озеленения, расширения площадей массового отдыха населения, размещения комплекса оздоровительных площадок и занятий спортом;

при освоении заболоченных территорий магистральные трассы городов проектировать с учетом максимальной эффективности работы самотечной дренирующей сети и водостоков. Магистральные и дренажные сети следует ориентировать по пониженным участкам рельефа и вдоль максимального уклона движения грунтовых вод в увязке с местами их выпусков;

увеличить объем очистки сточных вод. Промышленное водопотребление постепенно переводить на замкнутые оборотные циклы. Одним из источников пополнения водных ресурсов Украины, Казахстана, республик Средней Азии следует считать: регулирование стока, накопление паводковых и опреснение минерализованных вод;

сокращать площади застройки на обрабатываемых сельскохозяйственных землях. Расширить освоение рекультивированных отработанных карьеров, отвалов ГРЭС и других промпредприятий.

Первостепенное значение для застраиваемых территорий имеет защита почв и грунтов от водной и ветровой эрозии. Поэтому освоение эрозионноопасных областей в каждом случае должно быть обосновано результатами анализа рельефа, состава и свойств почв и грунтов, растительного покрова, климатических и гидрологических условий (размеры естественных и антропогенных водосборов весеннего, летнего и осеннего стока). При застройке здесь нельзя допускать формирования смыво- и размывоопасного поверхностного стока вод, дефляционноопасных ветров, ветроударных искусственных преград.

2.44. Исследование гидрогеологических условий захоронения твердых и жидких промышленных и бытовых отходов должно быть направлено на выяснение:

физико-химических свойств веществ, содержащихся в отходах, и грунтов, где намечено захоронение отходов;

надежности водоупорных перекрытий и поглощающих горизонтов, выбранных для создания подземных хранилищ отходов, с определением соответствующих количественных характеристик, герметичности поглощающих коллекторов, совместимости и несовместимости нагнетаемых стоков, технологии закачки, физико-химической подготовки промстоков перед нагнетанием.

При выборе мест возможного поверхностного складирования твердых отходов следует исходить из того, что: токсичные отходы могут размещаться только там, где по геологическим, гидрологическим условиям невозможна миграция их химических элементов; разлагающийся мусор можно располагать в зонах со слабой водопроницаемостью грунтов, а также в местах, где будет обеспечена соответствующая физическая сепарация от грунтовых вод; неразлагающиеся вещества (бетон, асфальт, кирпич и т. п.) могут размещаться на любых участках, наименее пригодных для освоения и

не подлежащих защите. В областях с влажным климатом свалки целесообразно засыпать глинистым материалом. Для токсичных отходов нужно определить минимально необходимую глубину их захоронения.

В результате подобных исследований должен быть дан прогноз распространения химических элементов отходов в грунтах и подземных водах.

2.45. Стационарные инженерно-геологические наблюдения за антропогенными изменениями основных компонентов геологической среды должны быть продолжены на участках, выбранных в результате изысканий первой стадии. Их выполнению следует уделять большое внимание, чтобы не допускать в последующем катастрофических проявлений развития процессов и деформаций зданий и сооружений. Без этих наблюдений нельзя получить количественные характеристики природных и антропогенных явлений, установить взаимосвязь между ними и сделать обоснованные инженерно-геологические заключения.

В задачу стационарных наблюдений следует включить также исследования по разработке автоматизированных систем для прогноза изменений геологической среды под влиянием определенных видов хозяйственного использования территории и по контролю за качеством поверхностных и подземных вод.

2.46. Рекомендации по устройству природозащитных мероприятий (инженерно-мелиоративных), по охране и улучшению основных компонентов геологической среды должны выполняться только после обработки результатов второй стадии изысканий. Они должны быть научно и экономически обоснованными и не допускать вредных и опасных по своим последствиям изменений природной среды. В первую очередь рекомендации разрабатываются для неблагоприятных и малоблагоприятных в природном отношении районов.

Инженерно-геологические изыскания для обоснования технического проекта и рабочих чертежей

2.47. Виды, объемы и детальность инженерно-геологических изысканий на третьей стадии определяются особенностями инженерно-геологических условий и зависят от класса зданий (внеклассные, первый, второй, третий, четвертый); их характера и назначения (гражданские здания, общественные, жилые, промышленные; инженерные сооружения – обычные, специальные).

В соответствии с указанным на третьей стадии осуществляют детальную проработку результатов инженерно-геологических изысканий предшествующих стадий с целью выявления необходимости более детального и глубокого изучения отдельных вопросов возможных антропогенных изменений наиболее податливых (для данного участка) компонентов геологической среды.

Основное внимание следует уделять установлению и количественной оценке антропогенных факторов, которые могут проявиться непосредственно на участках строительства конкретных зданий или сооружений и вызвать следующие недопустимые геологические процессы и явления, приведенные в пп. 2.48–2.54.

2.48. Антропогенные склоновые гравитационные процессы изучаются на участках, где по общим геологическим условиям ожидается образование данных процессов. Здесь следует оценить значения показателей, указанных в пп. 2.37–2.42, кроме того, скорость и величину ожидаемого подтопления грунтов основания зданий и сооружений; площади намечаемой строительной срезки растительного покрова и вызванную этим величину изменения глубины зоны сезонного промерзания и оттаивания; изменения напряженного состояния грунтов за счет неизбежных разгрузок, пригрузок, силовых воздействий и т. п.

Следует оценить величину возможных выпусков плывунов и сыпунов в откосах строительных выемок, карьеров; суффозионного выноса мелких и пылеватых частиц, а также химический состав промышленных, бытовых стоков, продолжительность и эффект их воздействия на грунты массива, его зон ослабления и на отдельные элементы конструкций зданий, сооружений.

С учетом изложенной информации дается количественный прогноз ожидаемого развития антропогенных гравитационных процессов.

2.49. Антропогенное развитие карста на осваиваемых участках, сложенных карстующимися породами, оценивается с учетом назначения зданий и сооружений и ожидаемого их влияния на развитие карста. При этом должны быть оценены: глубина возможного вымыва заполнителей из трещин, особенно в местах их пересечения; величина изменения пустотности пород, намечаемые объемы строительных и эксплуатационных откачек подземных вод; величина влияния на развитие карста промышленных стоков проектируемых водоемов; допустимые, а также возможные катастрофические объемы утечек воды с определением их агрессивности при заданной температуре, продолжительности поступления и скорости водообмена. С учетом названных параметров необходимо дать прогноз развития карста, определить его пространственную и временную приуроченность, возможные размеры.

2.50. Антропогенное развитие процесса механической суффозии изучается с целью определения величины тех антропогенных факторов, проявление которых может усилить (или явиться причиной) развитие данного процесса. К ним относятся: ожидаемые вскрытия строительными выемками и выемками стационарного типа водоносных горизонтов на участках, где возможен вынос мелких и пылеватых частиц; открытый водоотлив из различных строительных или эксплуатационных выработок; откачки из скважин, иглофильтров; возможные выпуски плывунов. Для названных антропогенных факторов нужно установить: вероятные объемы и продолжительность вытекаемой, откачиваемой воды или выпусков плывунов; критические градиенты водоносных горизонтов, гидродинамические давления и скорости фильтрационных потоков при откачках, водоотливе, подземном размыве; изменение объемного веса суффозионно-неустойчивых пород. В лабораторных или полевых условиях следует провести исследования по определению объемов, размеров выносимых частиц, величины критических градиентов и скоростей развития суффозии на каждом из участков, где по геологическим условиям следует ожидать появления этого процесса.

2.51. Заболачивание территорий под влиянием определенных видов их освоения может быть оценено по результатам изучения таких антропогенных факторов, как: определение максимально возможных местных повышений уровня грунтовых вод, вызванных различного рода утечками; подпором грунтовых вод инженерными сооружениями; намечаемые антропогенные изменения гидрологических условий и рельефа на застроенных участках; ухудшение подземного стока из-за засыпки естественных путей разгрузки подземных вод. По перечисленным факторам на третьей стадии изысканий должны быть оценены следующие ожидаемые величины: высота подъема уровня грунтовых вод; площадь возможных выходов, зон подпора и засыпки естественных дрен подземных вод; скорость подъема уровня грунтовых вод; объем воды, который может поступить от различных водопроводящих систем (проектируемый согласно требованиям СНиП и аварийный, исходя из опыта эксплуатации систем в аналогичных гидрогеологических условиях); изменения объема поверхностного стока после застройки участков; скопления их в местах понижений.

2.52. Речная, овражная, канальная и плоскостная эрозия, активизированная хозяйственной деятельностью человека, может быть оценена, если в ходе инженерно-геологических изысканий будут установлены величины

следующих антропогенных факторов (проявление которых возможно в процессе строительства и эксплуатации зданий и сооружений): ожидаемое дополнительное обводнение рек, оврагов и каналов за счет различного рода утечек воды из водопроводящих систем; изменение поверхностного стока и локальных накоплений атмосферных, хозяйственно-бытовых вод, свалок снега в искусственных выемках; вырубка деревьев и уничтожение растительного покрова; подрезка склонов, устройство на них дорог и их распашка. Дополнительно на данной стадии нужно оценить величины изменения таких природных факторов, как: гидрологических – скорость и направление течений в реках, каналах, водохранилищах, озерах, морях; сработок уровня воды в каналах, водохранилищах, реках и их периодичность; гидрогеологических – изменение глубины залегания грунтовых вод, влажностного режима грунтов, режима разгрузки подземных вод в овраги, реки, озера и т. д.

2.53. Антропогенное развитие криогенных процессов необходимо изучать с целью прогноза: новообразований многолетнемерзлых грунтов под холодными зданиями, в зонах затенения поверхности земли от различных сооружений, на участках очистки снежного покрова; возникновения таликов под теплыми зданиями, водоемами, при поступлении тепла от различных обогревательных систем. Изменяют термический режим устройство дорог, разрыхление грунтов, уничтожение растительного покрова, применение асфальтовых покрытий, уплотнение снега на участках строительства и вокруг зданий, вскрытие строительными выемками водоносных горизонтов, перекрытие трещин и пустот зданиями и др.

Чтобы дать прогноз антропогенного развития криогенных процессов, необходимо количественно оценить значения перечисленных антропогенных факторов.

2.54. Антропогенные изменения уровня подземных вод оцениваются с помощью прогнозных величин таких антропогенных факторов, как: утечки воды из различных водопроводящих систем; сброс сточных вод в водопоглощающие колодцы, скважины; изменение поверхностного природного стока; концентрация атмосферных осадков в котлованах и других искусственных понижениях в рельефе; подпор грунтовых вод на участках будущей засыпки оврагов, речных долин, являющихся естественными местами разгрузки вод; перекрытие путей движения подземных вод фундаментами зданий и сооружений; нарушение влажностного режима экранирующими поверхностями с последующей инфильтрацией влаги в нижние горизонты; поливы улиц, скверов и т. п.; устройство на берегах рек и других водоемов искусственных дамб, преграждающих поверхностный сток; статические давления на грунты оснований, обусловленные весом зданий и сооружений; понижение фильтрационных свойств грунтов в зонах уплотнения; откачка подземных вод в процессе строительства и эксплуатации сооружений; работа дренажей и их расходы; уменьшение инфильтрации атмосферных осадков за счет разного рода покрытий территории строительства, вырубки лесов и уничтожения растительного покрова, уборки снега и его вывоза за пределы области питания данной территории.

2.55. Инженерно-геологическое моделирование целесообразно выполнять при изысканиях на участках со сложными природными условиями, где намечается строительство особо ответственных зданий и сооружений (внеклассные, первого класса). Задачей такого моделирования является:

выявление нежелательных изменений геологической среды на отмеченных участках с оценкой допустимо возможных величин данных изменений, а также материального и морального ущерба от их проявления;

изучение условий, масштабов и степени податливости определенных компонентов геологической среды к антропогенным изменениям под влиянием намечаемого строительства;

установление и оценка роли антропогенных факторов в общей величине нежелательных антропогенных изменений;

прогноз возможного изменения компонентов среды, характерных для конкретного участка.

Инженерно-геологическое моделирование для решения указанной задачи должно сочетать комплекс физических (модели из оптически активных или эквивалентных материалов, гидрохимические и др.), математических (модели стохастических процессов), статистических (детерминированных) и масштабных натурных моделей.

2.56. Уточненный количественный прогноз изменений основных компонентов геологической среды под воздействием определенных видов хозяйственной деятельности человека осуществляется по результатам материалов детальных инженерно-геологических работ с использованием всех методов оценки действующих во время строительства и эксплуатации зданий и сооружений факторов, совместной работы основания и сооружения, а также ожидаемых антропогенных изменений геологической среды. Данный прогноз должен быть итогом инженерно-геологических изысканий. Выполненный ранее ориентировочный количественный прогноз на третьей стадии уточняется; для участков расположения ответственных сооружений его осуществляют с учетом всех геологических и гидрогеологических особенностей данных участков, проектных разработок и условий эксплуатации этих сооружений.

ИЗЫСКАНИЯ НА ОСВОЕННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ

2.57. Рациональное использование природной геологической среды на освоенных территориях для объектов промышленного и гражданского строительства – это прежде всего сокращение вновь осваиваемых территорий, повышение интенсивности использования существующих городских территорий, увеличение плотности застройки. г. Бурное развитие современных городов влечет за собой сокращение районов с простыми инженерно-геологическими условиями. Здесь остаются не освоенными резервные земли и так называемые "условно непригодные" для строительства районы, отличающиеся сложным геологическим строением, гидрогеологическими и сейсмическими условиями, развитием процессов, а следовательно, требующие особых мероприятий по их освоению. К районам со сложными условиями относятся участки с развитием:

малолитифицированных сильно сжимаемых и деформируемых морских, озерно-аллювиальных и болотных песчано-глинистых и органогенных толщ, обычно с близким залеганием грунтовых вод и нередко находящихся в плывунном и тиксотропном состоянии;

просадочных лёссовых, набухающих засоленных, насыпных отложений;

древних и современных геологических процессов, таких как: оползни, обвалы, сели, наледи, термокарст, карст, эрозия, абразия и т. п.;

сильно расчлененного рельефа (оврагов, крутых склонов), в том числе нарушенного карьерами, отвалами и т. п.;

напорных подземных вод неглубокого залегания с пьезометрическими уровнями выше поверхности земли, паводков, заболачивания.

При изысканиях в пределах городских территорий необходимо также учитывать особые условия выполнения работ на участках, где намечается реконструкция старой части города и на "условно непригодных" площадях. Так же как и для неизученных и неосвоенных территорий, изыскания здесь следует выполнять в три стадии.

Инженерно-геологические изыскания для технико-экономического обоснования плана застройки отдельных микрорайонов

2.58. Изыскания первой стадии следует начинать с критического анализа и обобщения исходных результатов предыдущих геолого-съемочных, разведочных, полевых, лабораторных, режимных работ, а также данных по изменениям окружающей среды на застроенных территориях со сходными геологическими, гидрогеологическими условиями, типом застройки и характером эксплуатации зданий и сооружений. Анализ, обработка и обобщение данной информации должны проводиться с учетом современных требований проектирования, строительства, эксплуатации зданий и охраны геологической среды. Результатом первой стадии является определение видов и минимальных объемов таких дополнительных изысканий, без которых невозможно с высокой степенью достоверности дать технико-экономическое обоснование плана застройки отдельных микрорайонов.

При анализе и обобщении исходных материалов и при дополнительных изысканиях следует обратить особое внимание на следующие вопросы, не учитываемые существующими нормативными документами и изложенные в пп. 2.59–2.69.

2.59. Изучение состава, строения и свойств антропогенных грунтов является обязательным видом работ при изысканиях. Эти грунты в пределах городов имеют практически повсеместное распространение, достигают значительной мощности и часто являются основаниями сооружений. Нередко при изысканиях инженеры-геологи рекомендуют проектировщикам прорезать эти грунты сваями или применять песчаные подушки, хотя грунты в подобных случаях не изучались.

На первой стадии необходимо установить общие закономерности распространения данных грунтов в пределах изучаемой территории с их типизацией по составу, строению, мощностям и оценкой обобщенных характеристик основных физико-механических и фильтрационных свойств, дать рекомендации по их строительному использованию.

2.60. Изучение антропогенных и природных геологических процессов, активизированных хозяйственной деятельностью человека, следует считать основным видом работ при изысканиях. При этом на первой стадии изысканий необходимо выявить указанные процессы, определить их объемы и площади распространения. Совместно с проектировщиком нужно оценить степень опасности и влияния каждого из установленного процесса на устойчивость и надежность работы проектируемых сооружений. В последующем более детально изучаются только те процессы, которые могут оказать вредное влияние на сооружение и геологическую среду. Для таких процессов нужно дать оценку их современного состояния и предсказать ориентировочную величину изменения этого состояния под воздействием намечаемого строительства и эксплуатации сооружений. По каждому из отмеченных процессов должны быть выявлены и измерены основные природные и антропогенные факторы, обусловившие их развитие.

Обоснованием генерального плана застройки отдельных микрорайонов в пределах городских территорий должны считаться результаты ориентировочных прогнозов изменения развития природных и проявления антропогенных процессов. Наиболее важными и трудными являются прогнозы, приведенные в пп. 2.61–2.65.

2.61. Для территорий с распространением многолетнемерзлых грунтов ориентировочные прогнозы деградации и аградации многолетней мерзлоты, развития термопросадок, термокарста, наледей, солифлюкции, ледяных бугров выполняются после проведения специализированных мерзлотных исследований (если они ранее не проводились) согласно существующим

нормативным документам. Особое внимание на первой стадии следует уделять изучению искусственно вызванных криогенных (пучины, трещины, наледи и др.) и посткриогенных (термокарст, термоэрозия, солифлюкция и др.) явлений в пределах застроенных частей города. В горных районах важное значение приобретает выявление возможных чаш и каналов протаивания или промерзания грунтовых потоков. Любые изменения в их температурном режиме, которые возможны в ходе эксплуатации сооружений, могут вызвать прорывы подземных вод в здания (или подвалы), формирование бугров пучения, наледей на тех участках, где их никогда раньше не было. Исследования отмеченных особенностей в городах сопровождаются обязательным установлением всех тех антропогенных факторов, которые вызвали криогенные и посткриогенные явления.

2.62. Для территорий с распространением лессовых образований, подстилающихся слабопроницаемыми разностями грунтов (Ростов-на-Дону, Харьков, Киев, Баку, Одесса, Запорожье, Львов, Горький, Грозный, Новосибирск, Никополь, Кривой Рог, Херсон, Днепропетровск, Таганрог, Новочеркасск, Саратов, Сумгаит и др.), самым главным является прогноз подтопления территорий и как следствие дополнительных неравномерных просадок грунтов. Для этих районов в первую очередь необходимо установить источники и участки дополнительного обводнения, форму купола и режим уровней подземных вод; фильтрационные характеристики лессовых грунтов; гидрологические и климатические условия; естественные и искусственные пути разгрузки подземных вод с ориентировочной оценкой дебита (ложбин, оврагов, балок, склонов речных долин, каналов искусственных выемок различного назначения), которые позже будут засыпаны.

2.63. На первой стадии изысканий прогнозы рекомендуется выполнять на основе баланса подземных вод с учетом перечисленных факторов и по прогнозным математическим уравнениям связи между отмеченными факторами и величиной подъема уровня подземных вод за определенный промежуток времени. Прогнозы следует выполнять согласно методике, изложенной в работе [11] .

2.64. Для территорий с распространением активного карста к числу основных относится прогноз возможных карстовых провалов и просадок, обусловленных хозяйственной деятельностью человека. Карст может совмещаться с суффозией. Необходимо установить и характеризовать антропогенные факторы, активизирующие карст.

По каждому современному (или историческому) провалу нужно иметь детальный разрез с характеристикой перекрывающих и закарстованных грунтов, их основных физических и фильтрационных свойств. На этом разрезе показываются застроенные участки и дается реконструкция рельефа до его освоения; сведения об антропогенных изменениях химизма, уровней, напоров и амплитуд колебания подземных вод. В пределах развития напорных карстовых вод определяется мощность (и ее изменение по площади) грунтов местного водоупора и возможность вертикальных перетоков; выявляются участки, где водоупор размыт, а карстовые воды имеют гидравлическую связь с верхним загрязненным горизонтом вод покровных отложений, инфильтрующимися сточными водами. Необычайно ценными для таких участков являются результаты разновременных определений физических и фильтрационных свойств покровных образований, солевого состава вмещающих вод и грунтов, изменяющихся во времени под влиянием хозяйственной деятельности человека. Их сопоставление между собой и изменение во времени – один из главных методов и критериев для определения местоположения возможного нового провала или проседания поверхности земли.

На основе указанных материалов и прогнозной величины антропогенного понижения уровня напорных вод на данной стадии должна быть составлена карта потенциально опасных участков ожидаемых провалов и проседаний с ориентировочной оценкой их параметров.

2.65. Для территорий с распространением набухающих глинистых грунтов выполняется ориентировочный прогноз величины деформации (или давления) набухания под влиянием подъема уровня грунтовых вод и дополнительного обводнения грунтов хозяйственными и промышленными сточными водами. Для каждого литолого-генетического типа глинистых грунтов, кроме указанных величин, в лабораторных условиях определяют: объемную массу грунтов до и после набухания; естественную влажность; влажности на пределе текучести и набухшего грунта; время набухания; pH водного раствора и содержание в воде обменных катионов Ca^{+2}, Na^{+1}.

2.66. Для территорий с распространением торфа и заторфованных грунтов рекомендуется делать прогноз осадок вследствие искусственного понижения уровня грунтовых вод. Данный прогноз приобретает важное значение для участков, где эти грунты имеют значительную мощность (более 6 м), а полная замена торфа слоем минерального грунта оказывается экономически невыгодной. Искусственное понижение уровня грунтовых вод может вызвать в зоне, расположенной ниже депрессионной кривой, дополнительное горизонтальное напряжение, которое способствует, например, продольному изгибу свай, а также оползанию торфа в сторону наклона минерального дна.

2.67. Изучение возможности рационального использования оврагов, ложбин, балок, склонов, отработанных карьеров и других искусственных форм рельефа осуществляется с учетом результатов положительного опыта освоения отмеченных элементов рельефа (с сохранением красоты природного ландшафта) в таких городах, как Киев, Тбилиси, Запорожье, Казань, Горький, Днепропетровск и др. Засыпка оврагов и других искусственных и природных выемок в определенных условиях может повысить не только стоимость застройки, но и явиться причиной активизации многих природных или образования антропогенных процессов. Важно вовремя оценить современную устойчивость указанных форм рельефа, рекомендовать научно обоснованное и экономически выгодное их использование с прогнозом изменения устойчивости рельефа под влиянием намечаемого освоения. При необходимости уже на первой стадии должны быть даны рекомендации по повышению устойчивости данных участков.

2.68. Оценка площадей подрабатываемых территорий должна выполняться для прогноза величины возможных сдвижений, провалов или оседаний поверхности земли при проходке подземных выработок с обрушением кровли. Изыскатели должны своевременно предупредить проектировщиков о масштабах возможных проявлений данных процессов с тем, чтобы не допускать нежелательных деформаций зданий и сооружений, исчезновения с поверхности земли рек, озер и других водоемов, истощения ресурсов подземных вод, водозаборов.

2.69. Защита вод от истощения и загрязнения должна решаться совместно со специалистами соответствующего профиля, при этом устанавливаются:

возможность очистки хозяйственных и промышленных стоков и максимальное их использование в оборотном производственном водоснабжении. Совместно с проектировщиками оценивается объем этих вод и их доля от общего водопотребления;

потери воды из различных водопроводящих систем в коммунальном хозяйстве города и на промышленных предприятиях, а также оценка опыта по организации поверхностного стока с целью выявления локальных зон загрязнения подземных вод, перспективных для водоснабжения города питьевой или хозяйственной водой. На участках эксплуатации водоносных горизонтов, не защищенных водоупорами, по возможности не следует размещать новые районы города и промышленные предприятия. Вокруг каждого водозабора должны быть созданы зоны санитарной охраны вод;

методы изоляции сточных вод и твердых отходов, представляющих опасность для окружающей среды, жизни и деятельности человека. Для

этого необходимо провести исследования по обоснованию места захоронения вредных жидких и твердых отходов;

возможность сброса промышленных стоков в глубокие водоносные комплексы грунтов. Для этой цели нужно определить фильтрационные свойства указанных комплексов грунтов, характерные параметры миграции ионов в подземных водах и в смесях подземных вод с промстоками. Экспериментальным путем оценивается влияние термодинамических факторов, фильтрационных свойств, состава грунтов и вод на взаимодействие промышленных стоков с подземными водами и грунтами. Дается прогноз изменения фильтрационных свойств грунтов под влиянием физико-химических процессов, образующихся при инфильтрации промстоков через грунты.

2.70. Организация режимной сети наблюдательных скважин, реперов на ответственных сооружениях, внеклассных и первого класса, опорных участков в пределах развития природных и антропогенных геологических процессов должна входить в основные виды работ при изысканиях. Задачей стационарных наблюдений является изучение: режима подземных вод и его изменения под влиянием хозяйственной деятельности человека; очагов загрязнения подземных вод; изменения во времени фильтрационных свойств суффозионно- и карстовонеустойчивых грунтов; условий формирования влажностного и термического режимов грунтов зоны аэрации, особенно лёссовидных просадочных и глинистых набухающих; физико-механических свойств грунтов зоны аэрации с целью установления основных закономерностей изменения этих свойств под влиянием хозяйственной деятельности человека; величин и характера деформаций грунтов оснований и сооружений; закономерностей развития процессов, их изменения во времени.

Каждый крупный город и промышленный центр должен иметь постоянно действующую инженерно-геологическую службу, в задачу которой входит изучение перечисленных вопросов. Убедительным доказательством такой необходимости должны служить многочисленные примеры необратимых "отрицательных" антропогенных изменений основных компонентов геологической среды и огромный материальный и моральный ущерб от их проявления.

Инженерно-геологические изыскания для обоснования технического проекта

2.71. Для инженерно-геологического обоснования технического проекта строительства отдельных зданий и сооружений и их комплексов используются и конкретизируются результаты изысканий предыдущей стадии. В результате изысканий второй стадии должны быть выявлены обратимые, скрытые и непроявленные, но потенциально вредные антропогенные изменения основных компонентов геологической среды. При обосновании технического проекта необходимо учитывать результаты прогноза взаимодействия города, промышленного центра с геологической средой, а также научно-технический прогресс в строительстве. Дополнительно к обычным целенаправленным комплексным изысканиям здесь требуется применение методов исторического, археологического, инженерно-строительного, экономико-географического анализов. Многоотраслевой характер промышленного и гражданского строительства требует дифференциации изысканий (в этом заключается их целенаправленность) применительно к конкретному виду застройки. Размещение наземных сооружений неразрывно связано с подземным строительством (различные коммуникации и глубокие подвалы, автодорожные туннели, метро и т.п.). Это требует на второй стадии выполнения соответствующих инженерно-геологических исследований. При изысканиях необходимо обратить внимание на ос-

новные особенности, отражающие результаты влияния хозяйственной деятельности человека на среду и изложенные в пп. 2.71-2.73.

2.72. Мощность, состав, плотность сложения, обводненность, нормативные значения основных свойств антропогенных грунтов определяются непосредственно на участках проектируемого строительства. При этом нужно установить возможное изменение этих характеристик грунтов по площади и глубине. Для прогноза изменения несущих свойств грунтов под влиянием строительства и эксплуатации зданий и сооружений важное значение имеет определение содержания в них органического вещества и степени его разложения. Обязательным является установление рельефа (его крутизны) поверхности, на которой залегают насыпные грунты. Поскольку данные грунты в современной практике изысканий практически не изучаются, то на второй стадии особое значение приобретает изучение положительного и отрицательного опытов исследования грунтов, строительства и эксплуатации зданий на этих грунтах в пределах участков, аналогичных по геологическому строению и гидрогеологическим условиям. Такое изучение необходимо для корректировки результатов прогноза изменения несущих свойств насыпных грунтов. Для этого из имеющихся аналогов целесообразно выбрать не менее двух участков (где выявлены и где отсутствуют деформации зданий, построенных на этих грунтах).

2.73. Местоположение и размеры древних погребенных естественных (оврагов, балок, речных долин и т. п.) и искусственных (колодцев, погребов, карьеров и т.п.) форм рельефа, мощность покровных отложений, их генезис, состав, основные физико-механические и фильтрационные свойства, обводненность грунтов, геологическое строение грунтов коренной основы относятся к числу тех особенностей природных условий, которые следует изучать. Для этого параллельно с геоморфологическими исследованиями по восстановлению истории формирования рельефа изучаемой территории проводится изучение истории ее застройки по историческим и археологическим материалам. Учет результатов этого изучения при проектировании зданий и сооружений позволит избежать нежелательных деформаций.

2.74. Антропогенные факторы, вызвавшие нежелательные изменения основных компонентов геологической среды, должны быть выявлены и количественно оценены. При этом следует иметь в виду, что для каждого вида антропогенных изменений среды, разных регионально-геологических и зонально-климатических условий характерны свои факторы.

К числу основных факторов, вызывающих наиболее часто встречаемые изменения строения, свойств массивов грунтов, соизмеримых с размерами инженерных сооружений, гидрогеологических условий и активизацию или развитие геологических процессов, относятся:

воздействие поверхностных и подземных бытовых и промышленных сточных вод;

разложение органического вещества;

механическая суффозия;

разгрузка напряжений и развитие упругих и пластических деформаций;

динамические воздействия от различного рода механизмов, взрывов и т. п.;

искусственные пригрузки на грунты основания и склонов;

дегидратационное уплотнение мелкопесчаных глинистых грунтов за счет искусственного понижения уровня подземных вод и осушения грунтов;

осмотическое сжатие связных грунтов за счет химического воздействия на грунты подземных вод;

подрезки склонов в нижней части;

дноуглубительные работы у основания склона или в русле реки;

уничтожение растительного покрова;

выпуски плывунов и сыпунов;

декольматация трещин;

длительные откачки подземных вод;

агрессивность вод и их растворяющая способность;

распашка склонов;

новообразования многолетнемерзлых грунтов под холодными зданиями и на участках очистки снежного покрова;

талики под теплыми зданиями, сооружениями и искусственными водоемами;

нарушение поверхностного и подземного естественного стока при застройке, засыпке естественных путей разгрузки подземных вод и пр.;

экранирующее влияние зданий, асфальтовых покрытий и т. п.

Более подробно антропогенные факторы, вызывающие наиболее широко распространенные изменения грунтов оснований инженерных сооружений и развитие геологических процессов, изложены в [4].

2.75. Факторы, указанные в п. 2.74, являются типичными и отражают часто встречаемые антропогенные изменения массивов грунтов и развивающиеся в них геологические процессы. По каждому из участков, где отмечены антропогенные изменения и выполнены измерения факторов, их определяющих, необходимо располагать данными по тем изменениям показателям основных физико-механических свойств грунтов, которые характеризуют эти изменения. Дополнительно определяются геометрические параметры изучаемых антропогенных изменений геологической среды. Сбор названной информации осуществляется только в случаях значительного ущерба, причиняемого природной среде, увеличения стоимости, и уменьшения надежности работы зданий и сооружений.

2.76. Ориентировочные прогнозы, рекомендуемые для выполнения на первой стадии изысканий, уточняются на второй стадии. Кроме отмеченных, необходимо оценить современное состояние так называемых "непригодных для строительства" территорий и дать прогноз их изменения под воздействием намечаемого строительства. К числу наиболее часто встречаемых оценок и прогнозов относятся прогнозы, изложенные в пп. 2.77–2.80.

2.77. Оценку современной устойчивости склонов речных долин, бортов оврагов, различных искусственных выемок (карьеров, дорожных выемок, каналов, прудов и т. п.) и прогноз ее изменения под влиянием освоения целесообразно выполнять с помощью методики сравнительно-геологического анализа. В пределах склонов, бортов, где выявлены, например, оползневые или оползнеобвальные накопления (их поверхности отрыва), среди показателей измеряются те, которые характеризуют смещения грунтов со склонов на изучаемом участке и явились их причиной. В качестве аналога целесообразно (но не обязательно) выбирать застроенные участки склонов, качественно подобные по инженерно-геологическим условиям и характеру застройки осваиваемым склонам.

Оценку состояния древних и современных геологических процессов и явлений (оползни, обвалы, сели, наледи, термокарст, карст, эрозия, абразия и т. п.) и прогноз изменения этого состояния в период строительства и эксплуатации сооружений рекомендуется выполнять на основе количественного сравнительно-геологического анализа, применяя соответствующие математические модели, как это сделано в работах [1,25].

2.78. Прогнозы изменения уровня напорных подземных вод неглубокого залегания (с пьезометрическим уровнем выше поверхности земли), а также прогнозы возможного подтопления территории из-за засыпки оврагов, балок, речных долин, являющихся естественными дренами подземных вод, следует осуществлять по методике, изложенной в работе [11].

2.79. Оценку расчетных показателей и прогнозы их изменения у слаболитифицированных сильно сжимаемых и деформируемых морских, озерно-аллювиальных и болотных песчано-глинистых толщ следует выполнять с помощью соответствующих математических моделей по общепринятой методике.

2.80. Прогнозы заболачивания территорий могут быть осуществлены с помощью количественного сравнительно-геологического анализа с соот-

ветствующей статистической обработкой таких факторов, как: местное повышение уровня грунтовых вод; подпоры вод искусственными водоемами, реками из-за изменения их водообильности; утечки вод из различных водопроводящих систем, оцениваемые скоростью инфильтрации воды из перечисленных источников их поступления; объемом воды, поступающей из отмеченных систем и при поливах; высотой подпора.

2.81. Рекомендации по рациональному использованию "непригодных" для строительства (по современным классификациям) участков должны быть обоснованными и подтверждаться результатами изысканий. В свете изложенного, на второй стадии изысканий необходимо провести специальные исследования по разработке методов рекультивации, например имеющихся на осваиваемой территории отработанных карьеров. Эти участки могут быть использованы под спортивную или дачную застройку, под посадки ценных экзотических сортов растений, под пруды с рыбой и водоплавающей птицей.

В рекомендациях по использованию заторфованных земель необходимо учесть отрицательный опыт их застройки без учета рельефа, крутизны склонов ложа минерального дна, мощности торфяных залежей; нерациональный раздельный способ прокладки инженерных подземных сетей при необоснованном методе полного выторфовывания (что приводило к увеличению глубины промерзания грунтов).

Результаты отмеченных исследований должны быть достаточными не только для научно и экономически обоснованных рекомендаций, но и для прогноза изменения основных компонентов геологической среды на данных территориях.

2.82. Прогнозы возможного изменения инженерно-геологических условий применительно к окончательному размещению жилых, общественных, промышленных зданий и сооружений следует считать обязательным видом работ, без которых не должны заканчиваться изыскания.

Такой прогноз должен быть основой для размещения жилых и общественных комплексов, крупных высотных зданий, промышленных сооружений. Следует предусмотреть и оценить возможные усиления процессов эрозии, абразии, дефляции, коррозии, переноса и аккумуляции минеральных частиц вследствие нарушения ветрового режима.

Инженерно-геологические изыскания для обоснования рабочих чертежей

На третьей стадии изысканий в пределах застроенных территорий, дополнительно к общепринятой информации, в целях недопущения нежелательных антропогенных изменений природной среды необходимо обратить внимание на вопросы, приведенные в пп. 2.83–2.89.

2.83. Правильность и надежность рекомендуемых ранее природозащитных мероприятий уточняется после проведения изысканий и обработки их результатов. Мероприятия должны быть строго обоснованы результатами детальных изысканий по участку, где намечено их выполнение. При этом нужно иметь достаточные сведения о геологическом строении участка, гидрогеологических условиях, результатах уточненных прогнозов ожидаемых изменений среды под влиянием конкретных строительных объектов или иной деятельности человека. Следует обосновать возможность и целесообразность применения каждого вида рекомендуемого мероприятия и дать анализ будущих изменений от взаимодействия геологической среды и инженерных сооружений. Этот анализ необходим для того, чтобы избежать отрицательного воздействия какого-либо инженерного мероприятия на защищаемый объект (например, развитие процесса суффозии и постепенное снижение устойчивости оползневых склонов при устройстве штольневых дренажных сооружений).

2.84. Рекомендации по соблюдению особых условий производства работ при строительстве и уточненный прогноз изменения основных компонентов геологической среды на участках, наиболее податливых к антропогенному воздействию, должны отвечать современным требованиям рационального использования среды. Они должны максимально уменьшать нежелательные ущербные изменения среды, не допускать деградации природного ландшафта, ликвидации растительности, особенно реликтовой и ценной, парковых зон, гидрографической сети, памятников архитектуры. Такие участки нужно рекомендовать под защиту государства.

2.85. В пределах участков, сложенных насыпными и элювиальными грунтами, современными озерными или морскими глинистыми, засоленными, лёссовидными просадочными, заторфованными грунтами и торфами, производство строительных работ не должно ухудшать состояние и свойства грунтов основания. При этом должно строго соблюдаться требование главы СНиП III-9-74 "Правила производства и приемки работ. Основания и фундаменты", п. 2.1. Не допускать без дополнительных изысканий: произвольного переноса зданий даже на несколько метров от первоначального положения; изменения глубины заложения и типа фундамента; увеличения скорости движения грунтовых вод в сфере воздействия возводимого сооружения при производстве работ по водопонижению и при водоотливе из строительного котлована; перенапряжения грунтов основания на локальных участках в результате частичной реконструкции здания, не предусмотренной проектом загрузки здания оборудованием и материалами, а также установками, передающими на грунты динамическую нагрузку; принятия конструктивных схем, ведущих к неравномерному распределению напряжений в грунтах основания по периметру здания.

2.86. В рекомендациях по соблюдению особых условий производства работ должны быть: данные о реологических свойствах слабых глинистых грунтов в плане их строительного использования и мелиорации, а также о прогнозах их изменения под влиянием дополнительного антропогенного обводнения; величины набухания грунтов, обусловленные различными утечками воды, перераспределением влажности под экраном и подъемом уровня грунтовых вод. Следует избегать таких ошибок, когда при изысканиях в пределах развития лёссовых грунтов занижалась мощность просадочной толщи, а в прогнозах не учитывались сезонные изменения свойств лессов и фильтрационных свойств подстилающих их грунтов.

2.87. Изыскания и строительство в пределах распространения многолетнемерзлых грунтов рекомендуется осуществлять с учетом выполнения таких дополнительных требований: применять специальный тундровый транспорт; сохранять растительный покров; канализация, ливневые канавы должны устраиваться одновременно со строительством зданий и сооружений.

2.88. Антропогенные факторы, проявление которых отразится на стоимости зданий и сооружений или нанесет моральный ущерб природной среде, должны быть уточнены и количественно оценены. Если масштабы отмеченных изменений среды будут значительными, то на третьей стадии изысканий для подобных участков следует установить факторы, вызывающие такие изменения. Выявление и определение их роли в общей величине изменчивости соответствующих компонентов геологической среды может быть осуществлено с помощью натурных (из местных материалов) или физических (оптических, тензосеток, эквивалентных материалов, гидрохимических и т. п.) инженерно-геологических моделей. Полученные данные необходимо сопоставить с результатами изучения данных факторов на участках-аналогах.

2.89. Стационарные инженерно-геологические и режимные наблюдения, начатые на первой стадии изысканий, продолжаются на третьей стадии, а также в период строительства и эксплуатации зданий.

2.90. Вопросы прогнозирования отдельных видов природных и антропогенных геологических процессов освещены в ряде работ нормативного, методического и иного характера, некоторых монографиях, статьях.

Перечень основных литературных источников, которыми могут пользоваться изыскатели, приведен в списке литературы. Сюда входят работы по прогнозированию следующих геологических процессов: по общим вопросам прогнозирования [8,12], подтопления [11], по вопросам подпора подземных вод под влиянием водохранилища [24], оползней [1, 5, 25], изменения геокриологических условий [6, 17, 23], суффозии [7], просадочности [16], набухания [21], осадок зданий и сооружений [16, 17, 13].

3. ПРИРОДОЗАЩИТНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ

3.1. В соответствии с существующим законодательством во всех проектах строительства, на всех стадиях проектирования предусматриваются природозащитные мероприятия, направленные на рациональное использование, охрану и улучшение природной среды.

3.2. Источником вредных воздействий на природную среду могут служить все виды строительной и хозяйственной деятельности человека, материальная среда промышленного и гражданского строительства и эксплуатация промышленно-гражданских сооружений (фабрики, заводы, города, поселки и т. д.).

3.3. Комплекс природозащитных мероприятий осуществляется в трех главных направлениях: 1) предупреждение нежелательных процессов и изменений среды; 2) борьба с отрицательными процессами и изменениями среды; 3) улучшение геологической среды.

Указанные направления относятся в первую очередь к районам с неблагоприятными или малоблагоприятными инженерно-геологическими условиями. Это области пустынь, полупустынь, Крайнего Севера, вечной мерзлоты, заболоченных земель, сейсмоопасные, безводные, с распространением непрочных, легко деформируемых грунтов, районы и ландшафты, сильно пораженные экзогенными природными и антропогенными геологическими процессами и явлениями и нуждающиеся в рекультивации, в восстановлении и реконструкции нарушенного деятельностью человека ландшафта.

3.4. Инженер-геолог не может квалифицированно решать вопросы охраны и улучшения окружающей среды по всем ее аспектам. Охраной и улучшением геологической среды занимаются инженеры-геологи, физико-географическими компонентами среды (климат, гидрология, флора, почвы и др.) – специалисты соответствующего профиля. В этом сложном многогранном и ответственном деле не должно быть дилетантства. В практике изысканий, проектирования и строительства сложились такие виды природозащитной и мелиоративной деятельности, как "рекультивация", "техническая мелиорация грунтов" и "инженерная подготовка территории". Они смыкаются в единую систему инженерно-геологического мелиорирования, поскольку направлены в одно русло – на улучшение инженерно-геологической среды, инженерно-геологических условий строительства.

3.5. Улучшение среды достигается осуществлением инженерно-геологических мелиораций, повышением уровня благоустройства, регулированием техногенных нагрузок на природную среду, повышением адаптабельности зданий и сооружений – всем комплексом инженерной подготовки застраиваемых территорий.

В этом направлении и должны даваться соответствующие предложения и рекомендации изыскателями при проведении изысканий.

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ПРИМЕНЕНИЯ ПРИРОДОЗАЩИТНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ

Изыскателям и проектировщикам рекомендуется осуществлять следующую стратегическую линию в борьбе за охрану и улучшение природной среды:

не фетишизировать лозунг: "Строить, не нарушая природных равновесий". Невозможно законсервировать существующую природную обстановку и сделать ее неизменной. Нарушение равновесий и изменения среды неизбежны, однако не следует допускать вредных и опасных по своим последствиям нарушений динамического равновесия среды;

постепенно переходить от защиты отдельных участков и районов к охране всего природного окружения в системе расселения (в пределах осваиваемой территории) с установлением дифференцированного режима природопользования;

не допускать гражданское и промышленное строительство в существующих и намечаемых зонах отдыха, в заповедниках, местах туризма, имеющих историческое значение;

в обедненных, трудных природных зонах добиваться создания искусственной геологической среды, улучшения природных условий посредством озеленения, обводнения, создания искусственных форм рельефа, рекультивации, мелиорации климата, атмосферы, гидросферы, борьбы с неблагоприятными геологическими процессами и явлениями. Весьма важно учитывать единство, взаимосвязь и взаимообусловленность антропогенных геологических процессов. Изменение одного процесса вызывает изменение взаимосвязанных других. Изыскатель и проектировщик должны предвидеть цепные реакции;

выгоднее и эффективнее предупреждать нежелательный процесс, чем вести с ним борьбу, что подчеркивает значимость профилактических мероприятий;

не применять таких мер борьбы, которые порождают новые нежелательные процессы и явления;

рациональное комплексирование мероприятий повышает эффективность и надежность инженерно-геологических мелиораций;

при назначении природозащитных мероприятий следует учитывать их обратимость, радиус и срок действия;

охранять памятники природы, расположенные на территориях городов и пригородных зон (уникальные геологические разрезы, геоморфологические элементы, карстовые пещеры, минеральные источники, геологические явления и т. п.);

брать под охрану красоту ландшафтов и красоту старинных городов, архитектурных ансамблей, отдельных зданий и сооружений исторического значения.

3.6. Борьба с эстетическим загрязнением ландшафта, борьба за эстетическую гармонию города и природной среды – важнейшая задача изыскателя и проектировщика.

В охране памятников истории и культуры есть свой инженерно-геологический аспект, геологическая охрана исторических памятников древней архитектуры и материальной культуры должна предусматривать нейтрализацию и устранение антропогенных геологических процессов, под влиянием которых чаще всего они деформируются и разрушаются (вторичные геологические процессы антропогенного типа).

3.7. Проекты мер профилактики и борьбы с отрицательными изменениями среды и антропогенными геологическими процессами составляют на основе предварительных инженерных изысканий.

Антропогенные геологические процессы и явления наиболее часто и интенсивно проявляются в особых, осложненных инженерно-геологических условиях. К особым условиям относятся: зоны многолетней мерзлоты; активной сейсмичности; заболачивания; склоны, пораженные оползнями,

обвалами, селями, оврагами, солифлюкцией; территории с распространением просадочных, набухаемых, растворимых, слабых легко деформируемых грунтов, с близким залеганием к поверхности земли грунтовых вод и т. д. К ним у изыскателей и проектировщиков должен быть особо внимательный и бдительный подход.

Например, в сейсмоопасных районах можно снижать и повышать *балльность землетрясений на 1–2 балла.* Повышают балльность такие антропогенные явления, как: подтопление; заболачивание территории; деградация многолетней мерзлоты; термокарст; мульды проседания на подрабатываемых территориях; скопления рыхлых антропогенных грунтов; антропогенные оползни, обвалы, сели, овраги, карст и другие явления. Понизить балльность на 1–2 балла можно, если осуществить инженерно-геологическую мелиорацию (водопонижение, закрепление грунтов, стабилизацию склонов и т. п.). Экономическое значение изменения балльности огромное, если учесть, что повышение сейсмичности на один балл удорожает строительство в 7-балльной зоне в среднем на 5%, в 8-балльной – на 8%, в 9-балльной – на 11%.

Изыскатели должны принимать самое непосредственное участие в составлении карт сейсмического микрорайонирования городских территорий.

3.8. Особое внимание следует уделять элементам и условиям, которые могут вызывать аварии и деформации зданий и сооружений, затруднять производство горнопроходческих и строительных работ. К ним относятся: засыпанные карьеры, ямы, каналы, траншеи, овраги, болота, пруды, погребенные нефтяные колодцы, из которых ранее добывалась нефть, питьевые колодцы, заброшенные погреба, овощехранилища, убежища, подземные склады, нефтехранилища и пр. Если перечисленные объекты попадают в массив грунтов оснований зданий и сооружений, они могут вызвать сверхнормальные абсолютные осадки, неравномерные осадки, обрушения грунтов и провалы несущих конструкций, прорыв напорных вод, плывунов, сжатого воздуха (при проведении кессонных работ) и другие вторичные нежелательные явления с тяжелыми последствиями. Местоположение их выясняется при помощи древних планов города, различных исторических источников и т. п.

3.9. Инженерно-геологические мелиорации включают широкий комплекс тех инженерных мероприятий, которые устраняют, нейтрализуют или предупреждают все то, что ухудшает окружающую среду, затрудняет строительство и эксплуатацию зданий и сооружений, хозяйственное использование и благоустройство территорий. При этом следует иметь в виду не только действующие, но и ожидаемые (прогнозируемые) процессы и явления.

3.10. В практике строительства имеется много апробированных способов и технических средств улучшения инженерно-геологической среды, которые необходимо применять: мелиорация грунтов; регулирование режима поверхностных и подземных вод; вертикальная планировка рельефа; рекультивация земель, нарушенных открытыми горными выработками и отвалами; борьба с оползнями, осыпями, обвалами, эрозией, абразией, селями, карстом, суффозией, геокриогенными процессами и др.

3.11. Изыскатель должен рекомендовать наиболее приемлемые и эффективные в местных условиях способы инженерно-геологической мелиорации. Эти рекомендации вместе с инженерно-геологической картой (схемой) неблагоприятных участков, которая градостроителями называется часто картой планировочных ограничений, используются архитекторами и проектировщиками для составления генсхемы инженерной подготовки территории, дополняющей генплан города.

3.12. Рост городов усиливает дефицит городских земель и вынуждает застраивать непригодные земли. Числящиеся как непригодные по естественным условиям территории (оползни, обвалы, осыпи, сели, карст, болота, овраги и пр.) в СССР в среднем составляют 10–15% общей

площади осваиваемых земель, в отдельных городах достигают 35–40%. Задача превращения непригодных земель в пригодные имеет большое государственное значение, решение ее потребует дополнительных исследований, разработки научно обоснованных рекомендаций по инженерной подготовке и мелиорации этих земель.

Стоимость инженерной подготовки обычно составляет 1–1,5% общей стоимости градостроительства, а в тяжелых условиях достигает 3%. Однако эти затраты будут компенсироваться экономией средств при строительном освоении территорий, уже обеспеченных дорогами, инженерными сетями и другими видами благоустройства.

3.13. Рекультивация нарушенных деятельностью человека городских земель является составной частью инженерно-геологической мелиорации. К мероприятиям в области рекультивации относятся: ликвидация в черте города карьеров, терриконов, горных отвалов, промышленных свалок, провалов, заболоченностей и т. п.

3.14. Недействующие и закрытые карьеры могут быть использованы для жилой застройки, устройства стадионов, спортплощадок, тиров, скверов, садов, прудов, водоемов и для разведения рыбы, киноплощадок и т. п,

3.15. Терриконы рекомендуется разбирать и удалять с территории города. Материал терриконов может быть использован для устройства дорожных и строительных насыпей, плотин, дамб, засыпки оврагов, балок, болот, речных долин, как сырье для стройматериалов и т. п. В равнинных городах с плоским рельефом для оживления ландшафта рекомендуется некоторые терриконы сохранить, озеленить, благоустроить, использовать для лыжных и санных катаний и соревнований и вписать эти терриконы в планировку города.

3.16. С горными и промышленными отвалами рекомендуется поступать так же, как и с терриконами. Материал горных отвалов можно использовать в целях оживления ландшафта для создания искусственных форм микрорельефа (спортивные увеселительные горки, холмы, скверы, смотровые площадки и т. п.).

3.17. Места для отвалов и не используемых предприятиями отходов производства надлежит располагать за пределами территории предприятий, населенного пункта и охранной зоны источников водоснабжения, на участках, согласованных с местным Советом.

3.18. Провалы заделываются, болота дренируются и засыпаются, мусорные свалки ликвидируются, как опасные очаги загрязнения города. На мусорных свалках пестрого состава не рекомендуется строительство зданий и сооружений.

Засыпанные свалочным материалом старые овраги, балки, речные долины, карьеры, болота, как показывает опыт, являются ненадежными для капитальной застройки. Если насыпи состоят из однородных грунтов и последние в процессе отсыпки последовательно уплотнялись, на таких насыпях можно строить даже капитальные здания и сооружения, но если отсыпка производилась стихийно, разнообразными грунтами, мусором и отходами производства с включением легко разлагаемых (органическое вещество), легко растворимых (соли) и агрессивных (кислоты, щелочи) компонентов и без уплотнения, на таких насыпях без применения искусственных оснований строить здания и сооружения не рекомендуется, даже с применением песчаных подушек. Процессы гниения, химического разложения, растворения и самоуплотнения грунтов чаще всего протекают медленно. Однако они рано или поздно скажутся и проявятся в виде неравномерных осадок, вызвав деформации и разрушения зданий и сооружений. При составлении планов планировки и застройки городской территории не рекомендуется эти участки использовать под строительство капитальных зданий и сооружений. Целесообразнее и экономичнее размещать на них парки, сады, скверы, спортплощадки и т. п. и только в особых случаях допускать застройку с применением

необходимых предупредительных мер (свайное основание, замена грунта и другие конструктивные мероприятия).

3.19. Инженерно-геологические рекомендации по мерам предупреждения отрицательно действующих антропогенных процессов и изменений среды и борьбе с ними должны находить отражение в градостроительных проектах всех стадий проектирования.

3.20. Нередко архитектурно-планировочные и инженерные решения вносят дисгармонию во взаимодействие города и окружающей природной среды, направлены на уничтожение природного ландшафта. При вертикальной планировке города следует избегать сплошного нивелирования рельефа, по возможности максимально сохранять и улучшать живописность ландшафта, создавать искусственный антропогенный микрорельеф. Нужно избегать уничтожения мелкой гидрографической сети (рек, озер, прудов) и растительного покрова; благоустраивать существующие и создавать новые водоемы и зеленые массивы.

3.21. Охрана природы в городах иногда требует применения не только локальных, местных, но и крупноплощадных и даже региональных мероприятий, так как влияние города нередко выходит за пределы его территории.

3.22. Инженерно-геологические мелиоративные мероприятия и сооружения в архитектурном и конструктивно-строительном отношениях должны сочетаться с общей планировкой, благоустройством и коммунальным строительством города.

Например, противооползневые, противоабразионные и противоэрозионные сооружения одновременно должны работать и использоваться как коммунальные сооружения (дороги-лотки, рисбермы-пляжи, траверсы, буны, солярии и водноспортивные сооружения, растения-осушители и почвозакрепители и т. д.).

Архитектура мелиоративных сооружений должна композиционно сочетаться с природным ландшафтом и архитектурным обликом города.

3.23. В перспективных планах развития городов предусматривать полную ликвидацию некоторых видов отрицательно действующих геологических процессов (эрозия, абразия, подтопление, заболачивание, накопление антропогенных отложений, истощение ресурсов и загрязнение подземных вод, просадки, засоление грунтов и др.). Выбор окончательно ликвидируемых явлений производится избирательно в зависимости от необходимости имеющихся условий и возможностей.

3.24. Единая система мелиорирования включает следующие подсистемы: геоморфологическую (улучшение рельефа); гидрологическую (улучшение гидрографической сети, водного хозяйства); грунтовую (техническая мелиорация грунтов); гидрогеологическую (улучшение режима подземных вод, увеличение их ресурсов); геодинамическую (предупреждение, нейтрализация и борьба с нежелательными геологическими процессами, направленными на ухудшение геологической среды); другие (геоботаническую, климатическую, санитарно-гигиеническую).

3.25. В основу системы (и подсистемы) должны быть положены прогнозы и рекомендации, разработанные изыскателями с участием других специалистов. Рекомендации даются на всех уровнях проектирования нового гражданского и промышленного строительства, начиная от первой стадии до техно-рабочего проекта. Естественно, что направленность и содержание природозащитных мероприятий дифференцируются в зависимости от стадии проектирования. Наибольшее значение природозащитные мероприятия имеют для проектных стадий строительного освоения значительных по величине территорий. Природозащитные рекомендации должны получить соответствующее инженерно-геологическое обоснование.

3.26. Для характеристики состояния окружающей среды и обоснования прогнозов и рекомендаций природозащитных мероприятий полезно составление аналитических и синтетических карт. В зависимости от целей, масштаба изысканий и местных природных условий могут составляться следующие виды карт и схемы:

а) карта-схема очагов и характера загрязнения атмосферы, поверхностных, подземных вод, почв, грунтов и геологических явлений, ухудшающих природную среду (болота, овраги, оползни, сели, карст, абразия, речная эрозия и др.);

б) карта-схема реконструкции природного ландшафта (озеленение, обводнение, рекультивация поверхности, устранение отрицательных экзогенных геологических явлений и пр.).

Могут быть карты-схемы более узкого назначения, например, карта-схема памятников природы, истории и культуры, заповедников и заказников, не подлежащих застройке.

3.27. Составлению карт-схем следует уделять особое внимание, так как они являются обобщающими документами, отражающими состояние окружающей природной среды и ее будущее. Рекомендуемые природозащитные мероприятия должны быть технически конкретными и в полной мере обоснованными. При выборе и назначении природозащитных мероприятий изыскатели должны пользоваться существующими нормативно-методическими документами.

3.28. Расходы на инженерно-геологическое обоснование природозащитных мероприятий (инженерно-геологических мелиораций) должны относиться к затратам на инженерные изыскания. Расходы на осуществление самих мелиораций относятся к затратам на инженерную подготовку территорий.

Борьба с неблагоприятными геологическими процессами и явлениями

Геотермические процессы и явления

3.29. Антропогенные геотермические процессы и явления нельзя считать фатальными, ими можно управлять, регулируя различными способами тепловой баланс и теплообмен на границах атмосфера – литосфера, атмосфера – гидросфера – литосфера, атмосфера – сооружение – литосфера.

3.30. Нежелательные мерзлотно-геологические явления, вызывающие деформации и разрушения зданий и сооружений, возникающие при взаимодействии зданий и сооружения с окружающей средой, и в первую очередь с грунтами, можно свести к минимуму, если обоснованно и обязательно соблюдать два основных принципа строительства в зоне многолетней мерзлоты:

строительство с сохранением многолетней мерзлоты;

строительство с предпостроечным протаиванием грунтов.

Не следует забывать, что 50% деформаций и повреждений зданий и сооружений связано с несоблюдением или неправильным применением указанных принципов.

3.31. Такие антропогенные геологические процессы и явления, как деградация многолетней мерзлоты, термопросадки, термокарст, солифлюкция и другие, рекомендуется предупреждать. Не рекомендуется применять мероприятия, направленные на понижение температуры и увеличение расходных (минусовых) статей теплового баланса. К ним относятся: устройство вентилируемых охлаждающих подполий, каналов и труб; защита подполий и подземных выработок от проникновения летом теплого воздуха; применение теплоизоляционных материалов на контакте зданий и сооружений с мерзлым грунтом; снегоуборка, уплотнение снежного покрова; уменьшение инсоляции в летнее время (затенение, осветление городских поверхностей, применение теплоизоляционных покрытий и др.), увеличение альбедо; усиление испарения; спуск воды из водоемов; применение искусственных поглотителей тепла; искусственное замораживание грунтов.

3.32 Такие антропогенные явления, как увеличение сезонного промерзания грунтов, перелетки, аградация многолетней мерзоты, образование подземного льда (пластовые льды, ледяные бугры, гидролакколиты), морозное пучение, наледи, морозное выветривание грунтов (трещинообразование и др.), рекомендуется предупреждать, ограничивать или не допускать, применяя мероприятия, направленные на повышение температуры и увеличение приходных (плюсовых) статей теплового баланса. Это достигается следующими способами отепления грунтов: повышением температуры; увеличением инсоляции; уменьшением альбедо, теплового излучения, испарения, что вызывается зачернением городских поверхностей; рыхлением почво-грунтов; применением синтетических прозрачных тепло- и влагоудерживающих пленок (повышают температуру на 6–8°), гидрофобизацией грунтового покрова; защитой грунтов от охлаждения и промерзания в зимнее время путем искусственного увеличения толщины снежного покрова, искусственного снегообразования, применения теплоизоляционных покрытий из местных материалов (мох, хвоя, опилки и пр.); водно-тепловой мелиорацией с использованием тепла поверхностных и подземных вод: тепловые ванны (затопление летом местности водой слоем 10–20 см с масляной пленкой, зимой затопление слоем воды больше глубины промерзания водоемов), фильтрационно-игловой способ с нагнетанием через иглофильтры воды в мерзлый грунт под давлением, фильтрационно-дренажный способ, дождевально-инфильтрационный способ; использованием искусственных источников тепла; протаиванием мерзлых грунтов с применением горячего воздуха, горячей воды, пара, электрического тока, печей, костров и т.п. Протаивание широко применяется при производстве горных и строительных земляных работ.

3.33. Для предупреждения подземного льдообразования, наледей, пучин необходимо осуществлять отвод поверхностных и подземных вод от зданий и сооружений, держать в исправном состоянии подземные водные коммуникации, не допускать утечки, искусственного обводнения и увлажнения грунтов, сбросов сточных вод и т. п.

3.34. В качестве противопучинных мероприятий в зоне многолетней и сезонной мерзлоты рекомендуется:

закладывать фундаменты ниже глубины сезонного промерзания грунтов;

увеличивать статическую нагрузку;

препятствовать миграции влаги к промерзающим грунтам;

осуществлять противопучинистые способы технической мелиорации грунтов (химическое, электрохимическое закрепление и др.);

уменьшать действие касательных сил морозного пучения на фундаменты и сваи;

укладывать теплоизоляционную подушку с наружной стороны здания для уменьшения глубины промерзания и силы пучения;

при необходимости произвести замену пучинистых грунтов непучинистыми.

3.35. Во избежание термоусадочных деформаций грунтов основания и связанных с ними повреждений теплопроводов, других сооружений, интенсивно передающих грунтам тепло, следует применять трубы и фундаменты из материалов, обладающих минимальной теплопроводностью, различные теплоизоляторы и т. д.

3.36. Не рекомендуется капитальное градостроительство в зонах влияния подземной газификации углей, сланцев, выплавления, подземного растворения полезных ископаемых, а также в очагах длительных подземных пожаров.

3.37. Выбор и применение рекомендаций осуществляются с учетом зонально-климатических, регионально-геологических условий, характера и особенностей города, его застройки и требований городского хозяйства.

Процессы и явления, вызванные понижением уровня подземных вод и осушением грунтов

3.38. Особенно нежелательными считаются следующие явления: истощение ресурсов подземных вод, используемых для водоснабжения города, образование крупноплощадных депрессий и неравномерное оседание поверхности, активизация карстовых и суффозионных процессов, увеличение глубины промерзания грунтов, уменьшение водности рек, исчезновение малых рек, озер, родников, гибель растительности.

3.39. Для предотвращения перечисленных в п. 3.34 явлений рекомендуются мероприятия, направленные на выравнивание водного баланса, на увеличение приходных и уменьшение расходных его составляющих.

В числе возможных мероприятий могут быть:

плановое регулирование водоотбора;

ограничение или прекращение откачек подземных вод в городе за счет введения в эксплуатацию других (поверхностные воды) источников водоснабжения;

максимальное поощрение замкнутого водопользования в промышленности и вторичного использования вод;

использование бесполезно сбрасываемых шахтных вод и вод крупных дренажных систем;

восстановление сниженных напоров артезианских вод нагнетанием в водоносные горизонты пресных (незагрязненных) вод поверхностных водоемов и сжатого воздуха;

искусственное повышение уровня грунтовых вод там, где это необходимо;

магазинирование подземных вод.

Процессы и явления, вызванные повышением уровня подземных вод, обводнением и увлажнением грунтов

3.40. Наиболее нежелательными явлениями этого комплекса следует считать: подтопление, заболачивание, просадки лессовых грунтов, размокание и набухание грунтов, которые наносят большой ущерб городскому хозяйству.

Выбор мер предупреждения и борьбы определяется местными природными и антропогенными условиями возникновения этих процессов. Не все процессы пока поддаются устранению, например процесс конденсации влаги под зданиями, сооружениями, непроницаемыми покрытиями и некоторые другие.

3.41. Проблема водопонижения, осушения и мелиорации водно-физических свойств грунтов решается в следующих основных направлениях: сокращение приходных статей водного баланса; извлечение и удаление вод, осушение грунтов: усиление транзита и разгрузки подземных потоков; осуществление специальных мероприятий по защите зданий и сооружений, по борьбе с просадками и набуханием грунтов.

3.42. Уменьшение водопоступлений достигается следующими мероприятиями:

улучшением вертикальной планировки городской территории, регулированием стока атмосферных вод, максимальным развитием водосточной сети, снегоуборкой; опережающим развитием водостоков в новых микрорайонах, на стройплощадках;

максимальным снижением инфильтрации и подпора вод в зоне влияния водохранилищ, каналов, прудов (искусственная кольматация днищ и берегов, применение водонепроницаемых полимерных и глинистых экранов, устройство стенок набережных, береговой дренаж);

максимальным устранением утечек воды из водонесущих коммуникаций, резервуаров, бассейнов, отстойников, полей орошения и т. п.

Водонесущие подземные коммуникации желательно укладывать в гидроизолированные коллекторы с устройством для стока аварийных вод;

прекращением сброса технических и хозяйственных вод на склоны и в грунты;

регулированием режима заводнения нефтегазовых месторождений для избежания недопустимого повышения уровня грунтовых вод (нефтепромысловые города);

удалением вод, поступающих от предприятий с мокрой технологией от водонесущих предприятий и сооружений (ТЭЦ, градирни и др.);

заменой земляных канав-водоспусков трубопроводами и железобетонными (или полимерными) каналами;

регулированием и контролированием поливов городских земель;

стационарными наблюдениями за повышением уровня грунтовых вод и своевременным сигнализированием об угрозе подтопления.

Водопонижение и осушение грунтов

3.43. В зависимости от конкретных гидрогеологических условий применяются следующие способы водопонижения и осушения грунтов: открытый водоотлив; водопонижение способом откачек из трубчатых и шахтных колодцев; водопонижение с применением систем легких и эжекторных иглофильтровых установок; поверхностный горизонтальный дренаж; подземный горизонтальный дренаж; подземный вертикальный дренаж из горных выработок; вертикальный дренаж поглощающими колодцами.

С технологией и условиями применения указанных способов можно ознакомиться в [22].

В мелкодисперсных грунтах пониженной водопроводимости ($K_ф < 1$ м/сут) и со слабой водоотдачей эффективность водоотбора и осушения повышается сочетанием водопонижения с вакуумированием и электродренажем.

3.44. В условиях городов и промышленных территорий для борьбы с подтоплением застроенных территорий применяются различные типы дренажей: площадной, береговой, кольцевой, пластовый (постельный), пристенный и др.; вертикальный дренаж сочетается с горизонтальным. При плотной застройке перспективен комплексно-механизированный бестраншейный горизонтальный трубчатый дренаж (системы НИИСП Госстроя УССР), а также способ проходки дренажных штолен малого диаметра с помощью приспособления "Крот".

3.45. Для усиления транзита и разгрузки подземных потоков рекомендуется: при вертикальной планировке территории, при засыпке долин мелкой гидрографической сети, оврагов, балок и других естественных дрен необходимо сохранять их дренирующие функции. Это достигается укладкой дренажных труб, а в ряде случаев сохранением в городском ландшафте наиболее крупных естественных дрен; наземные и подземные сооружения, чтобы не создавать подпора, по возможности располагать длинной стороной вдоль течения подземного потока.

3.46. Для защиты зданий и сооружений от отрицательного воздействия подтопления рекомендуется:

строительство уширенных асфальтовых отмосток с уклоном 0,03 и отвод от зданий поверхностных и технических вод в водосточную сеть;

устройство пластового (постельного), кольцевого и пристенного дренажей;

устройство защитных барражей (водонепроницаемых стен, экранов) в случае притока грунтовых вод со стороны.

Просадки лёссовых грунтов, вызванные замачиванием в связи с их широким распространением (14% территории СССР), являются (после

геокриогенных явлений) самым грозным бичом наших городов и промышленных центров. Просадки вызывают массовые деформации и повреждения зданий и сооружений.

Наличие большого числа случаев деформации зданий и сооружений, связанных с просадкой грунтов, вызвано, во-первых, недоучетом их просадочных свойств при изысканиях, проектировании и строительстве, во-вторых, несоблюдением правил строительства и эксплуатации зданий и сооружений в районах с распространением просадочных грунтов [16, 17]

3.47. В технической политике градостроительства на лёссовых грунтах должно быть главным:

выбор в качестве оснований непросадочных разностей лессовых грунтов;

ограничение статических нагрузок;

техническая мелиорация просадочных грунтов;

водозащитные мероприятия, предохраняющие грунты от замачивания, и строительно-конструктивные мероприятия, обеспечивающие повышение устойчивости зданий и сооружений.

3.48. В качестве конструктивных мероприятий могут применяться: жесткие конструкции зданий и сооружений; нежесткие конструкции с системой шарнирных связей между элементами, осадочные швы, армирование фундаментов и капитальных наружных и внутренних стен, равнопрочные стыки конструктивных элементов, фундаменты повышенной прочности, а также ребристые, шпальные фундаменты, уменьшающие зону деформации просадочных грунтов I типа. Рекомендуется устройство водонепроницаемых экранов под подошвой фундаментов или грунтовых подушек под всем зданием (для крупнопанельных зданий). При устройстве планировочных насыпей, грунтовых подушек, подготовок полов, при засыпке траншей трубопроводов, котлованов, различных ям и пр. не рекомендуется применять дренирующие материалы, характеризующиеся хорошей водопроницаемостью (пески, гравий, галечник и пр.).

3.49. Для обеспечения устойчивости зданий и сооружений, воздвигаемых на просадочных лёссовых грунтах, необходимо производить подготовку основания в направлении устранения и ослабления просадочных свойств, для чего могут быть использованы: уплотнение тяжелыми трамбовками, предварительное замачивание, глинизация, силикатизация, смолизация, обжиг, глубинное уплотнение грунтовыми сваями, устройство грунтовых подушек и другие проверенные на практике способы. Указанные работы рекомендуется проводить в соответствии с главами СНиП [16, 17] и руководствами [13, 14].

Применение предварительного замачивания и уплотнения лёссовых грунтов трамбовками требует тщательного технического контроля.

3.50. Рекомендуется на территории города выделить районы с распространением активно просадочных грунтов и ввести в них решением местных органов власти специальный режим водопользования, строительства и эксплуатации зданий, сооружений и службу надзора (по примеру оползневых районов).

3.51. Для предупреждения явления набухания глинистых грунтов и борьбы с ним рекомендуются следующие мероприятия: увеличение давления на грунты основания, устройство широких отмосток, поддержание повышенной влажности грунта, применение ячеистых фундаментов, компенсирующих подушек, удаление набухающих грунтов в котлованах, заглубление фундамента ниже подошвы набухающих грунтов, применение специальных свай, железобетонных поясов, электрохимическое закрепление

3.52. Для удаления капиллярной и связанной воды, упрочнения мелкодисперсных грунтов рекомендуется применять мелиорацию грунтов – электродренаж, электрохимическое закрепление, прогрев, обжиг и др

Процессы и явления, вызванные изменением поверхностной гидросферы

3.53. В числе антропогенных геологических процессов и явлений, вызванных геологической деятельностью поверхностных вод, наибольший ущерб городам приносят антропогенная эрозия и геодинамические процессы в системе антропогенной гидрографической сети (водохранилища, озера, каналы). Антропогенная эрозия имеет развитие во всех городах, где этому способствует рельеф местности, причем максимальное в городах горных областей и повышенного увлажнения. Антропогенные факторы способствуют развитию плоскостной и линейной водной эрозии. Главное внимание рекомендуется обратить на борьбу с оврагообразованием.

3.54. Противоовражная мелиорация должна быть направлена на устранение причин роста и возникновения новых оврагов. Самое главное в противоовражной мелиорации – это вертикальная планировка местности, задержание и отвод вод, укрепление склонов. Крупные и средние овраги и балки, предназначенные для застройки и благоустройства, требуют осуществления более трудоемких оврагоукрепительных работ, таких как: канализирование овражных водотоков, дренирование подземных вод, регулирование поверхностного стока путем задержания и отвода вод системой водозадерживающих валов, открытых водосборных канав, водосточных лотков и закрытых водосбросов, продольное профилирование, террасирование и укрепление склонов (одернование, облесение, посадка кустарников, применение на отдельных участках различных искусственных покрытий, подпорных стенок и пр.). Нужно обратить особое внимание на укрепление верховьев и растущих отвершков оврагов.

3.55. В городах с густой сетью оврагов в целях борьбы с их ростом и развитием необходимо активно действующие овраги взять под специальное наблюдение и установить для них особый охранный режим, как и для оползневых районов. В качестве охранных мероприятий рекомендуется: запретить выпуски в овраги сточных вод, сброс снега, распахивать и подрезать склоны, устраивать искусственные выемки, уничтожать растительный покров, применять искусственное орошение и т. п.

3.56. Мелкие овраги, трудно используемые для строительства и благоустройства, подлежат засыпке. Как показывает опыт градостроительства, засыпанные овраги целесообразнее всего использовать под скверы, спортивные площадки и т. п. Рытвины и промоины рекомендуется тампонировать и закреплять дерном, выходы подземных вод на склонах (родники) каптировать.

3.57. Не следует повторять ошибок некоторых городов, где все овраги и балки подряд ликвидируются. В геоморфологических условиях плоской равнины крупные балки и овраги вносят известное разнообразие в унылый ландшафт и их следует сохранять, благоустраивать и вписывать в планировку города.

Заслуживает внимания положительный опыт градостроительного освоения крупных оврагов и балок Киева, Горького и других городов.

3.58. В городах, расположенных на берегах водохранилищ, рекомендуется осуществлять комплекс мероприятий по укреплению берегов от размыва, по борьбе с развитием оползней, обвалов, осыпей, суффозии, карста и других нежелательных геологических процессов. Комплексы защитных мероприятий дифференцируются в зависимости от инженерно-геологических особенностей водохранилищ. Противоабразионная инженерная защита может включать: облицовку берегов железобетонными плитами, волноотбойные и подпорные стены, каменную наброску, тетраподы, укрепление берегов сваями, буны, искусственные пляжи и др.

3.59. Для борьбы с заилением водохранилищ и каналов рекомендуется устраивать по берегам лесные посадки, которые способны в 3–10 раз уменьшать заиление.

Процессы и явления, вызванные статическими и динамическими нагрузками

3.60. Процессы гравитационного сжатия грунтов, оседания и выпора поверхности земли, а также зданий и сооружений – вполне управляемые процессы. При строительстве на сжимаемых грунтах осадки неизбежны, но могут регулироваться.

3.61. Уменьшение абсолютных осадок достигается следующими способами: ограничением нагрузки; расширением площади фундамента; увеличением глубины заложения фундамента; повышением несущей способности свай (погружение в грунты повышенной прочности, увеличение диаметра и глубины свай, применение свай с расширенной пятой, с повышенным трением боковой поверхности и т. п.); повышением прочностных свойств грунтов средствами технической мелиорации.

3.62. Уменьшение неравномерных осадок достигается: выбором в качестве основания максимально однородных по составу и свойствам грунтов; регулированием нагрузок в пределах одного здания и сооружения; применением разрезных конструкций и осадочных швов; повышением общей жесткости и сопротивляемости зданий и сооружений неравномерным осадкам; выравниванием несущей способности грунтов средствами технической мелиорации; маневрированием в отношении конструкции и глубины заложения фундаментов в пределах одного здания и сооружения.

В расчетах осадок нужно указывать не только абсолютную величину осадок, их неравномерность, но и время, кинетику осадок.

3.63. Вибрационное уплотнение грунтов и виброосадки могут регулироваться: применением антивибрационных компенсаторов в основании вибрирующих зданий и сооружений и отдельных механизмов; выбором механизмов с пониженным вибрационным эффектом; регулированием режима динамических воздействий механизмов и машин; повышением сопротивляемости грунтов динамическим нагрузкам средствами технической мелиорации (виброуплотнение, гравитационное уплотнение, силикатизация, цементация, смолизация, битумизация и др.); улучшением эксплуатационных качеств уличных магистралей и дорог (необходима максимально гладкая поверхность, применение антивибрационных материалов в основании). В перспективе динамические нагрузки на улицах, дорожных магистралях будут уменьшаться в связи с улучшением существующих и применением новых видов транспорта (безрельсовый, воздушный внутригородской, транспорт на воздушной подушке и др.)

Субтерральные геологические процессы и явления, вызванные подземными выработками

3.64. Строительство городских зданий и сооружений над подземными выработками и осуществление различных видов подземного городского строительства требуют специализированных довольно сложных принципов и методов изысканий и проектирования, а главное уменья предвидеть, предупреждать, ограничивать и по возможности не допускать отрицательно действующих субтерральных антропогенных геологических процессов и явлений. По своим последствиям и величине ущерба эти явления занимают не последнее место, так как имеется много городов, расположенных на подработанных и подрабатываемых территориях.

3.65. В качестве рекомендаций мы ограничимся лишь предложениями принципиального характера.

Изыскателям и проектировщикам рекомендуется:

при новом градостроительстве не застраивать районов, где под городом могут оказаться ценные полезные ископаемые, подлежащие добыче;

при строительном освоении территории избегать участков, расположенных над очагами подземной газификации углей, перегонки сланцев, выплавления и подземного выщелачивания полезных ископаемых;

не планировать новое строительство в районах подземной добычи полезных ископаемых, производимой способом обрушения кровли, и возможного развития провалов земной поверхности (наличие крутопадающих пластов);

не располагать здания и сооружения над катакомбами, пещерами, штольнями и другими подземными выработками, пришедшими в неустойчивое, полуразрушенное состояние, где возможны обрушения, провалы;

на подработанных территориях, где сохранились еще подземные выработки, для решения вопросов сохранения существующей над ними застройки, нового строительства и их использования для нужд города подземные выработки разделять по своему состоянию и значению на три категории: первая – выработки, подлежащие ликвидации (разрушенные, не представляющие ценности для города, опасные для застройки); вторая – выработки, нуждающиеся в креплении и подлежащие использованию; после их закрепления могут быть использованы для застройки; третья – выработки, находящиеся в хорошем состоянии, не нуждающиеся в креплении и подлежащие использованию для нужд города и в том числе для застройки. Шире использовать выработки для специальных, хозяйственных, производственных, культурно-бытовых и других нужд города для максимального использования подземного пространства. Запретить сброс атмосферных, технических и хозяйственных вод в подземные выработки, поскольку с обводнением выработок связано развитие многих нежелательных антропогенных процессов и явлений;

на подрабатываемых территориях, где еще не закончен процесс формирования мульд проседания, размещать здания и сооружения на участках минимальных деформаций, по возможности избегая активные зоны сжатия и растяжения грунтов и их стыков. Новое строительство вести по принципу адаптации зданий и сооружений к ожидаемым вертикальным и горизонтальным деформациям, предусматривая повышение прочности несущих конструкций, усиление пространственной жесткости, связи элементов между собой;

усиливать существующие здания и сооружения, которым угрожают значительные деформации и повреждения в связи с предстоящей подработкой территории (тоннельное, шахтное и другие виды подземного строительства), путем применения дополнительных опорных балок, поясов, подпорок и т. д. Наряду с этим могут быть приняты меры защиты особо ценных зданий и сооружений по трем вариантам: закладка подземных выработок; усиленное крепление выработок; оставление целиков;

предупреждать, ограничивать и не допускать появление и развитие нежелательных антропогенных процессов и явлений применением соответствующих эффективных способов технологии горных работ. Заслуживают внимания такие способы ведения подземных горных работ, которые исключают прорывы газов, вод и плывунов; ограничивают пучение, отжим, вывалы, обрушение грунтов; уменьшают сдвижение грунтов кровли и оседание земной поверхности. Эти технологические способы освещены в нормативных документах и в научно-технической литературе по горному делу;

осуществлять техническую мелиорацию грунтов всего или части горного массива;

для выбора и обоснования эффективных способов мелиорации массива выполнять соответствующие инженерно-геологические изыскания. Мелиорацию осуществлять по специальному проекту.

3.66. Для предупреждения и ограничения антропогенных геологических процессов и явлений при строительстве метрополитенов необходимо более

детально освещать в материалах изысканий трудные и опасные в инженерно-геологическом отношении участки, где ожидается развитие карста, плывунов, оползней, глубоких эрозионных врезов, мощных кор выветривания, больших пьезометрических напоров, тектонических нарушений грунтов и других, чтобы каждая новая линия метрополитена до утверждения проекта имела несколько предварительных вариантов, когда конструкция и способы работ имеют максимальную "совместимость" с местными инженерно-геологическими условиями.

Предупреждение оползней и оплывин и борьба с ними

3.67. Противооползневые мероприятия должны учитывать генетическую и геологическую природу оползня.

В качестве мер предупреждения антропогенных оползней и борьбы с ними рекомендуется, в первую очередь, не допускать и устранять антропогенные факторы, их вызывающие. Наш опыт изучения антропогенных оползней городов Подмосковья, Южного берега Крыма, Кавказского побережья Черного моря, Одесского побережья, а также городов Баку, Киева и некоторых других позволяет предложить следующие рекомендации:

ввести специальный охранно-противооползневой режим в оползневых районах с определением границ охранных зон;

разработать технические условия эксплуатации склонов при их строительном, хозяйственном и культурно-бытовом использовании;

осуществлять строжайший технический контроль за состоянием склонов, соблюдением охранно-противооползневого режима;

запретить на оползневых склонах и там, где возможно развитие оползней, вырубку деревьев, уничтожение кустарников и травяного покрова, распашку под огороды и сады, опытные поля, выпас скота, устройство поглощающих колодцев, сброс технических, хозяйственных вод и снега, устройство прудов, каналов, не допускать утечки вод из подземных сетей водопровода, канализации, водостоков и теплопроводов, избыточное орошение и поливы, искусственное повышение уровня грунтовых вод;

не перегружать бровку оползневых склонов тяжелыми зданиями, складами, насыпями и различными сооружениями. Избегать опасных динамических воздействий на оползневые склоны (взрывные работы, вибрации и пр.);

не допускать подрезку основания в нижней части склона и откоса, не разрешать устройства карьеров и других выемок;

не ослаблять оползневые склоны дноуглубительными работами, изъятием русловых осадков в реках, пляжного материала и донных осадков вблизи склонов, что активизирует абразию и оползни;

не устраивать выемок в языке оползня без применения охранно-предупредительных мер.

3.68. В состав возможных противооползневых мероприятий могут входит следующие: региональный и местный дренаж грунтовых вод разного типа в зависимости от конкретных гидрогеологических условий; противооползневая вертикальная планировка рельефа (регулирование высоты, крутизны откосов, размеров полок, берм в выемках), ликвидация бессточных впадин, срезка вертикальных уступов оползней с приданием им устойчивых откосов, уположение, террасирование склонов и откосов, срезка грунта в верхних частях склона, устройство насыпей (пригрузка) в основании склона и др. в целях улучшения общего баланса равновесия земляных масс и предупреждения эрозионных процессов; перехват атмосферных и технических вод вблизи бровок оползневых склонов, регулирование стока вод на самих оползневых склонах с устройством водосточной сети; устройство удерживающих сооружений –

подпорных стенок с застеночным дренажом (буронабивных свай, шпонок, шпунта, контрфорсных столбов и др.); противооползневая агролесомелиорация с подбором растений разного воздействия на состояние склона (осушение, укрепление почво-грунтов на разную глубину применительно к различным типам почво-грунтов и др.); стабилизация антропогенных оползней средствами технической мелиорации грунтов.

Полезно учесть указания [3]. а также рекомендации по применению противооползневых мероприятий, разработанных ПНИИИС Госстроя СССР и Гипрокоммунстроем Министерства жилищного строительства РСФСР.

Борьба с обвалами, осыпями и селями

3.69. Для борьбы с обвалами и осыпями рекомендуется применять: уположение и террасирование склонов и откосов; искусственное обрушение потенциально подготовленных к обвалам глыб, блоков, для чего выполняются клиновые и взрывные работы; тампонаж и цементирование трещиноватого массива; скрепление блоков металлическими скрепами; устройство подпорных облицовочных стен, контрфорсов; строительство задерживающих и улавливающих сооружений (траншей, валов, закюветных полок, сеток и др.); закрепление осыпей растительностью; применение защитных одежд против выветривания.

3.70. Для борьбы с селями рекомендуется введение охранно-предупредительного режима в селеопасных бассейнах с запрещением вырубки лесов, уничтожения почвенно-растительного покрова, распашки, подрезки горных склонов, выпаса скота, устройства выемок, водоемов и пр. В качестве противоселевых мероприятий рекомендуются облесение селевых бассейнов, посадка кустарников, трав, террасирование склонов, строительство гидротехнических противоселевых сооружений: отводящих каналов, защитных плотин и дамб, селепроводов, поглотительных котлованов, регулирование режима поверхностного стока и др.

В перспективных планах развития городов можно ставить задачу полной ликвидации отдельных отрицательно действующих геологических процессов и явлений в пределах городской черты, таких, например, как оползни, обвалы, эрозия, заболачивание, провалы, лёссовый псевдокарст и другие, однако борьба с ними потребует осуществления комплекса специальных инженерных мероприятий мелиоративного характера.

Антропогенные изменения современного рельефа, вызванные промышленным и гражданским строительством

Основные направления в изменении рельефа	Виды воздействия человека на рельеф	Классы антропогенных геологических рельефообразующих процессов и явлений	Антропогенные воздействия и факторы, вызывающие	
			понижение отметок поверхности земли	повышение отметок поверхности земли
Уничтожение малых форм рельефа; расчленение рельефа; перевод некоторых отрицательных форм в погребенное состояние; создание новых форм антропогенного микро- и мезорельефа; повышение отметок поверхности; понижение отметок поверхности; общее нивелирование неровностей рельефа	Прямые и косвенные; целенаправленные, стихийные, резонансные; местные; крупноплощадные, региональные; кратковременные, длительные и вековые	Антропогенный литогенез; процессы и явления, вызванные изменением термического режима; процессы и явления, вызванные изменением режима подземных вод, обводненности и влажности грунтов; процессы и явления, вызванные изменением напряженного состояния грунтов в массиве; процессы и явления, вызванные изменением поверхностной гидросферы	Срезка возвышенностей, выполаживание, террасирование склонов в связи с вертикальной планировкой местности, строительством и благоустройством; устройство долговременных выемок (карьеров, дорожных прорезей, рвов, траншей, каналов, копаных прудов и пр.); термогенные просадки и провалы поверхности, вызванные оттаиванием мерзлых грунтов (термокарст, термопросадки, солифлюкция); образование мульд оседания над депрессиями подземных вод (дегидратационные, гидростатические, деструкционные осадки); оседание дегидратационно-транспирационного происхождения; просадки лессовых и других грунтов, вызванные замачиванием; антропогенный карст с образованием карстового рельефа; антропогенная суффозия с проседанием поверхности, образованием воронок и провалов; образование мульд оседания над туннелями и подземными станциями метро; проседание поверхности на подрабатываемых территориях при добыче полезных ископаемых над деформируемыми сооружениями (подземные города, предприятия, хранилища, автодороги, катакомбы и пр.); формирование сотообразных чаш оседания в основании городов под действием нагрузок; оседание поверхности под действием динамических нагрузок; денудация рельефа, вызванная переработкой берегов водохранилищ, каналов, антропогенной плоскостной и линейной эрозией; денудация рельефа, вызванная антропогенными оползнями, обвалами, селями и другими явлениями; денудация рельефа, вызванная активизацией природных экзогеодинамических рельефообразующих процессов и явлений в результате деятельности человека	Искусственное целенаправленное повышение отметок в связи со строительством, благоустройством и хозяйственным освоением (насыпи, рефулирование); складирование грунтовых отвалов (терриконы, пульпохранилища, хвостохранилища, грунтовые свалки); складирование промышленных, строительных и хозяйственных отходов; возведение долговременных земляных сооружений (городищ, курганов, дамб, валов, плотин, дорожных насыпей и др.); стихийное накопление субаэральных антропогенных отложений (культурные слои); поднятие поверхности, вызванное замерзанием пород и подземных вод (морозное пучение, ледяные бугры и др.); гидратационное набухание глинистых пород в связи с искусственным увлажнением; гравитационный выпор пород

Приложение 2

Изменение состава, структуры и свойств грунтов под влиянием промышленного и гражданского строительства

Вид изменения	Основные антропогенные факторы	Характер изменения
Изменение термического режима грунтов	Отапливаемые здания, горячие цеха, котельные, печи, теплопроводы, подземные коллекторы, тоннели и станции метро, обжиг грунтов, культурный слой, искусственные водоемы, свалки снега, снегоуборка , искусственное понижение и повышение грунтовых вод, искусственное замораживание и оттаивание, сброс горячих и теплых сточных вод, уничтожение растительного покрова, антропогенное изменение альбедо	При повышении температуры – уменьшение влажности, объема, усадка, повышение механической прочности. При оттаивании мерзлых грунтов – увеличение влажности, снижение механической прочности. При понижении температуры – образование льдистости, увеличение объема, деформация структуры, формирование криогенной текстуры
Изменение обводненности грунтов	Понижение уровня подземных вод при эксплуатационных и строительных откачках, при работе дренажных систем, уменьшении инфильтрации атмосферных осадков на застроенных площадях; повышение уровня вод за счет утечек хозяйственно-бытовых и производственных вод, орошения, подпора водохранилищами, снегозадержания, уничтожения естественных дрен, конденсации влаги под зданиями и сооружениями и т.д.	При водопонижении: уменьшение влажности и степени заполнения пор водой, гидростатическое уплотнение рыхлых грунтов, дегидратационное уплотнение глинистых и сцементированных грунтов; деструкционное разуплотнение в результате разложения органического вещества; снижение прочности при образовании трещин усыхания, осмотическое сжатие связных грунтов. При обводнении: увеличение влажности, просадка, размокание, размягчение сцементированных и твердых глинистых грунтов, потеря прочности; осмотическое набухание; выщелачивание; коррозия; разуплотнение при механической суффозии и увеличение проницаемости; гидродинамичсекое взрыхление песчано-глинистых грунтов
Изменение напряженного состояния грунтов	Статические и динамические нагрузки; ослабление массива грунтов поверхностными и подземными выработками; выпуск в выработки плывунов, сыпунов и обрушение грунтов; механическая и химическая суффозия при длительных водоотливах; выпучивание и выдавливание грунтов в выработку; гидростатическое взвешивающее и гидродинамическое давления, вызванные антропогенным понижением или повышением уровня подземных вод	Гравитационное уплотнение в зоне сжатия; уплотнение раздельнозернистых грунтов и разрушение тиксотропных грунтов при динамических воздействиях; разуплотнение массива при разгрузке внутренних напряжений, нарушение структуры, подземное выветривание грунтов
Целевые изменения грунтов	Разработка и перемещение грунтов	Нарушение структуры, дезинтеграция частиц, разрыхление, понижение механической прочности
	Химические, термические, физические, механические способы мелиорации	Уплотнение, упрочнение грунтов

Приложение 3

Виды и последствия антропогенных изменений гидрогеологических условий

Вид изменения гидрогеологических условии	Изменение состояния и свойств массивов грунтов	Возникновение антропогенных геологических процессов	Основные факторы, вызывающие изменение гидрогеологических условий
Понижение уровня подземных вод	Уменьшение влажности, пористости вследствие гидростатического сжатия; увеличение пористости вследствие разложения органического вещества; повышение механической прочности	Образование депрессий подземных вод; исчезновение водоносных горизонтов; гидростатическое уплотнение рыхлых грунтов и оседание поверхности земли; дегидратационное уплотнение и упрочнение мелкопесчаных глинистых и сцементированных грунтов и оседание поверхности; увеличение зоны аэрации, глубины сезонного промерзания и активизация вы-	Откачка подземных вод при строительных и горных работах; эксплуатационная откачка подземных вод для питьевого, технического и хозяйственного водоснабжения; осушение грунтов средствами технической мелиорации, системой стационарных дренажей; уменьшение инфильтрации атмосферных осадков, вызванное: застройкой территории, при-

Продолжение прил. 3

Вид изменения гидрогеологических условий	Изменение состояния и свойств массивов грунтов	Возникновение антропогенных геологических процессов	Основные факторы, вызывающие изменение гидрогеологических условий
		ветривания; уменьшение водности рек, исчезновение родников, малых рек, озер, болот, гибель растительности; ослабление морозного пучения; механическая суффозия, фильтрационные деформации (выпор, разрушение); карст	менением водонепроницаемых покрытий, снегоуборкой, устройством водостоков, вырубкой лесов и пр.; транспирационное водопонижение; ликвидация поверхностных водоемов; уменьшение речных паводков
Повышение уровня подземных вод	Увеличение влажности; разуплотнение рыхлых грунтов, ослабление коллоидных и кристаллизационных связей; размокание и распад структуры глинистых грунтов; размягчение скальных и полускальных сцементированных осадочных и твердых глинистых грунтов, гидродинамическое разрыхление песчано-глинистых грунтов	Появление новых водоносных горизонтов, верховодки; подтопление территории; затопление подвалов и выработок; заболачивание; поднятие поверхности земли, выпирание зданий и сооружений, вызванные гидратационным выпором, связанным с набуханием глинистых грунтов; просадки лёссовых грунтов; осадки и деформации зданий и сооружений, вызванные уменьшением прочности грунтов основания: уменьшение зоны аэрации на участках стабильного повышения грунтовых вод, в связи с этим местное ослабление процессов выветривания; уменьшение глубины сезонного промерзания в связи с отепляющим воздействием вод; развитие склоновых гравитационных процессов; усиление морозного пучения при неглубоком залегании грунтовых вод; выщелачивание и засоление грунтов	Подпор уровня искусственными водоемами и подземными сооружениями; инфильтрация воды из искусственных водоемов; уничтожение естественных дрен; спуск и утечка технических и хозяйственных вод; поливы, искусственное орошение: снежные свалки; поступление воды с полей фильтрации; подпор грунтовых вод в результате противофильтрационной мелиорации пород, замораживания массивов пород; конденсация влаги под зданиями и сооружениями; кессонная проходка и т.д.
Изменение химического состава подземных вод	Осмотическое сжатие и разуплотнение связных грунтов; засоление, цементирование, выщелачивание и коррозия грунтов; изменение физических, механических, фильтрационных свойств	Формирование гидрохимических аномалий. Карст и химическая суффозия, вызванные ими проседание и провалы поверхности земли; химическое загрязнение (или очистка) вод; оползни и другие склоновые гравитационные процессы, обусловленные хемогенными факторами	Сброс в недра неочищенных промстоков; инфильтрация кислот, щелочей и других растворителей; искусственное подземное выщелачивание и растворение грунтов в связи с добычей солей, созданием полостей, напорная фильтрация агрессивных вод в зоне влияния водонапорных сооружений; ирригационное выщелачивание и засоление грунтов; инфильтрационный привнос солей из культурного слоя и удобряемых почв; инфильтрация сточных минерализованных и загрязненных атмосферных вод; купание, аварийные выпуски нечистот из канализации без очистки; застройка неблагоустроенных берегов, зон питания подземных вод
Изменение фильтрационно-гидродинамического режима подземных вод	Изменение фильтрационных, физико-механических свойств; условий обводнения массивов грунтов	Механическая суффозия и связанные с ней оседания и провалы поверхности земли; прорыв подземных вод и плывунов в строительные выработки; вертикальный водообмен через водоупоры между водоносными горизонтами; фильтрационный выпор (грифоны); гидростатический выпор грунтов; кольматация и декольматация трещин и пустот; суффозионные и гидродинамические оползни; карстообразование	Напорная фильтрация из искусственных водоемов; откачка подземных вод; открытый водоотлив из выработок; засыпка оврагов, речных долин; застройка территории в области питания или разгрузки подземных вод; образование градиентов напора и фильтрации при устройстве подземных и поверхностных выработок и образование депрессий; дополнительные поступления вод поверхностного стока, магазинирование поверхностных вод
Изменение температуры подземных вод	Изменение тепло-влагопереноса, термических процессов и свойств грунтов	Формирование тепловых аномалий. Активизация процессов диффузии, выщелачивания, протаивания и замерзания грунтов. Явления пучения при замораживании и термопросадок при оттаивании	Спуск и утечка горячих сточных вод; утепляющее воздействие зданий и сооружений, рациональное повышение температуры покровных грунтов за счет понижения альбедо; искусственное замораживание; теплоперенос через скважины и колодцы

Приложение 4

Классификация антропогенных геологических процессов и явлений

Группа	Класс	Вид	Искусственные факторы, вызывающие процессы и явления и способствующие их развитию
1	2	3	4
I. Антропогенный литогенез	Наземный (субаэральный) литогенез	1. Стихийное накопление антропогенных отложений на поверхности земли	Город и связанное с ним накопление строительных, промышленных, горных и хозяйственно-бытовых отходов
		2. Регулируемое накопление насыпных антропогенных отложений на поверхности земли	Земляные сооружения (строительные дорожные насыпи, дамбы, плотины, валы и др.), грунтовые отвалы из выработок; складирование производственных отходов
		3. Искусственный намыв грунтов	Намыв искусственных террас, стройплощадок, пляжей, земляных сооружений, хвостохранилищ, вскрышных грунтов из карьеров
	Подводный (субаквальный) литогенез	4. Осадкообразование в искусственных водоемах	Устройство водохранилищ, каналов, озер, прудов
		5. Образование искусственных грунтов в естественных водоемах	Строительство подводных каналов, дамб и других сооружений, устройство подводных свалок
		6. Антропогенное преобразование естественных осадков рек, озер, морей и океанов	Привнос и аккумуляция естественными водоемами компонентов загрязнения атмосферы, биосферы, почв, грунтов и подземной гидросферы
	Подземный (субтерральный) литогенез	7. Образование необратимо мелиорированных грунтов в естественном залегании	Силикатизация, цементация, битумизация, смолизация, ожелезнение, обжиг и другие способы мелиорации
	Подземный (субтерральный) литогенез	8. Преобразование структуры, состояния и свойств грунтовых массивов в связи с добычей полезных ископаемых и подземными пожарами	Применение горного способа добычи, подземной газификации углей (ПГУ), перегонки сланцев, выплавления (серы и др.), выщелачивания водой, щелочами и кислотами. Подземное горение углей, сланца, торфа и других горючих ископаемых
		9. Привнос в грунтовые массивы инородных тел, конструкций и сооружений	Закладка и тампонаж подземных выработок (штолен, штреков, катакомб и пр.), засыпка шахт. Накопление остатков фундаментов, свай, колодцев, погребов, дренажей и различных сооружений
		10. Засыпка и погребение песками древних городов, поселков, различных сооружений в зоне пустынь и полупустынь	Искусственная активизация дефляции в зоне развития эоловых процессов
II. Геотермические процессы и явления	Процессы, вызванные замерзанием грунтов и подземных вод	11. Морозное пучение 12. Образование подземного льда (гидролакколиты, ледяные бугры, пластовые льды) 13. Образование наледей 14. Морозное выветривание 15. Увеличение мощности существующей и образование новой многолетней мерзлоты	Искусственное замораживание (поз.11, 14) Утечка вод из сетей и превращение их в лед в зоне промерзания грунтов (поз.11–13) Искусственное повышение уровня грунтовых вод с выходом их на поверхность и последующим замерзанием (поз.13) Выход и замерзание грунтовых вод в искусственных откосах (поз.13) Увеличение глубины промерзания под влиянием уничтожения снегового, растительного покрова, водоемов и понижения уровня грунтовых вод (поз.11–13) Нарушение теплообмена понижением альбедо (поз.15) Консервация снежного покрова Устройство холодильников и подземных льдохранилищ

Продолжение прил. 4

Группа	Класс	Вид	Искусственные факторы, вызывающие процессы и явления и способствующие их развитию
1	2	3	4
			Аккумуляция холода в подземных выработках Затенения в городской застройке (поз.15)
	Процессы, вызванные протаиванием мерзлых грунтов и льдов	16. Термопросадки 17. Термокарст 18. Солифлюкция 19. Деградация многолетней мерзлоты	Термическая мелиорация мерзлых грунтов (оттаивание и т.д.), (поз.19) Утепляющее воздействие застройки городов и поселков, подземных горных выработок и сооружений (поз.16, 17, 19) Спуск в грунт горячих и теплых сточных вод (поз. 16, 17, 19)
	Процессы, вызванные обогревом, обжигом и плавлением грунтов	20. Термоусадка глинистых грунтов 21. Окаменение грунтов 22. Образование пустот в массиве грунтов 23. Сдвижение грунтов в массиве 24. Термогенное проседание поверхности земли	Прогрев и обжиг грунтов в целях мелиорации (поз.20, 21) Повышение температуры грунтов нагретыми объектами (горячие цеха, печи, котлы, теплопроводы и пр.) (поз.20) Подземная газификация и перегонка углей и сланцев (поз.20, 24) Подземное расплавление полезных ископаемых (сера и т.д.) (поз.21, 24) Подземные пожары антропогенного типа и пр. (поз.20–24)
III. Гидролитогенные процессы и явления, вызванные изменением режима подземных вод, обводненности и влажности грунтов	Процессы, вызванные понижением уровня подземных вод и осушением грунтов	25. Образование депрессий подземных вод 26. Гидростатическое обжатие грунтов и оседание поверхности 27. Дегидратационно-гидравлическое сжатие грунтов и оседание поверхности 28. Дегидратационно-транспирационное оседание поверхности 29. Деструкционное проседание поверхности 30. Увеличение зоны аэрации и глубины сезонного промерзания 31. Уменьшение водности рек, исчезновение родников, малых рек, озер, болот, гибель растительности	Осушение грунтов средствами технической мелиорации (поз.25, 27, 30, 31) Откачки подземных вод при строительстве и производстве горных работ Эксплуатационные откачки подземных вод различных типов (поз.25–27, 29–31) Уменьшение инфильтрации атмосферных осадков, вызванное: застройкой территории, применением водонепроницаемых покрытий, снегоуборкой, устройством водостоков, вырубкой лесов и пр. (поз.25, 30, 31) Транспирационное водопонижение и осушение грунтов (поз.28) Разложение (деструкция) органики в связи с длительным водопонижением (поз.29)
	Процессы, вызванные повышением уровня подземных вод, обводнением и увлажнением грунтов	32. Появление новых водоносных горизонтов, верховодки 33. Подтопление территории, затопление подвалов и выработок 34. Заболачивание (за счет грунтовых вод) 35. Гидратационное набухание грунтов, поднятие поверхности земли 36. Просадка лессовых грунтов 37. Размокание, уменьшение прочности связных грунтов, гидратационное оседание 38. Уменьшение зоны аэрации и выветривания 39. Уменьшение глубины сезонного промерзания 40. Развитие склоновых процессов (оползней, оплывин и др.)	Инфильтрация воды из искусственных водоемов (поз.32–40) Уничтожение естественных дрен (поз.32–39) Спуск сточных вод Утечки воды из подземных сетей и резервуаров Искусственное орошение земель, поливы (поз.32–40) Снежные свалки (поз.32, 38, 40) Поступление воды с полей фильтрации (поз.32–40) Подпор грунтовых вод подземными сооружениями (поз.32–39) Конденсация влаги под зданиями и сооружениями (поз.32, 33, 35, 36)
	Процессы, вызванные изменением фильт-	41. Антропогенная механическая суффозия	Напорная фильтрация из искусственных водоемов (поз.41, 42, 48)

Продолжение прил. 4

Группа	Класс	Вид	Искусственные факторы, вызывающие процессы и явления и способствующие их развитию
1	2	3	4
	рационно-гидродинамического режима	42. Прорыв подземных вод и плывунов в выработки 43. Вертикальный водообмен через водоупоры между водоносными горизонтами 44. Вертикальный тепломассообмен между водоносными горизонтами 45. Суффозионно-механическое проседание поверхности 46. Суффозионные провалы 47. Гидростатический выпор грунтов 48. Фильтрационный выпор грунтов 49. Кольматация и декольматация трещин и пустот 50. Суффозионные и гидродинамические оползни	Откачки подземных вод (поз.41, 43) Открытый водоотлив из выработок (поз.31, 43) Напорные градиенты водоносных горизонтов (поз.43) Образование градиентов напоров и фильтрации при устройстве подземных и поверхностных выработок и образование депрессий (поз.41, 42, 45, 47–50)
	Процессы, вызванные изменением химического режима	51. Формирование гидрогеохимических аномалий 52. Химическая суффозия (выщелачивание, коррозия) 53. Антропогенный карст 54. Засоление, цементирование 55. Осмотическое сжатие и разуплотнение грунтов	Искусственное подземное выщелачивание и растворение грунтов (при добыче солей, создании полостей и пр. (поз.51, 52, 53, 55) Напорная фильтрация агрессивных вод в зоне влияния водонапорных гидротехнических сооружений (поз.51, 52, 53) Антропогенная коррозия (инфильтрация кислот, щелочей и др. растворителей (поз.52) Диффузионное выщелачивание и засоление (поз.55) Ирригационное засоление грунтов (поз.54) Засоление грунтов в связи с повышением минерализации вод (поз.54, 55)
IV. Процессы и явления, вызванные изменением напряженного состояния массива грунтов	Гравитационные процессы и явления, вызванные статическими нагрузками	56. Гравитационное сжатие грунтов и оседание поверхности 57. Гравитационный выпор грунтов 58. Гравитационные оползни и обвалы	Давление массы зданий, сооружений и пр. (поз.56–58) Мелиоративное уплотнение сильносжимаемых грунтов способом пригрузки (поз. 56) Нагрузки, превышающие сопротивление грунтов сжатию и сдвигу в основании зданий и сооружений (поз.57) Искусственное нагружение склонов и откосов (поз.58)
	Литодинамические процессы, вызванные динамическими и ударными нагрузками	59. Вибрационное уплотнение грунтов и оседание поверхности 60. Тиксотропное разжижение грунтов и оседание поверхности 61. Ударное и взрывное сжатие и разрыхление грунтов 62. Вибрационно-динамическое смещение грунтов на склонах и откосах (оползни, обвалы, осыпи и др.)	Уплотнение рыхлых грунтов поверхностными и глубинными вибраторами (поз.59) Уплотнение массива грунтов взрывным способом (поз.61) Вибрационные и ударные воздействия от транспорта, машин и механизмов (поз. 59, 60, 62) Ведение горных и других работ взрывным способом (поз.60–62) Воздействия бомб, снарядов, мин, ракет, фугасов и т.д. (поз.60–62)
	Субтерральные процессы, вызванные вскрытием массива грунтов подземными выработками	63. Горное стреляние 64. Отжим и вывалы твердых грунтов 65. Обрушение грунтов 66. Разгрузочно-упругое выпучивание грунтов 67. Гравитационное пластическое течение глинистых грунтов 68. Внезапные выбросы угля и газа 69. Сдвижение грунтов в массиве в зоне подработки	Подземная добыча полезных ископаемых (63–70) Строительство и эксплуатация метрополитенов, подземных трамваев, автодорог, гаражей, переходов и других объектов (поз.63–67, 69, 70) Устройство подземных городов, монастырей, храмов, кладбищ, подземных хранилищ, укрытий, предприятий, фортификационных сооружений и т.д. (поз.63–67, 69, 70)

Продолжение прил. 4

Группа	Класс	Вид	Искусственные факторы, вызывающие процессы и явления и способствующие их развитию
1	2	3	4
		70. Образование мульд проседания, воронок на поверхности земли	
	Процессы, вызванные вскрытием массива грунтов открытыми выработками	71. Пучение дна и бортов выемок (разгрузочно-упругое, пластическое выдавливание) 72. Сдвиговые явления в откосах выемок, оползни, обвалы, осыпи и т.д. 73. Эрозионный размыв откосов 74. Затопление выемок и образование озер	Устройство строительных котлованов, траншей, карьеров, дорожных выемок, каналов, фортификационных выемок и т.д.
	Процессы, вызванные извлечением из недр земли нефти и газа	75. Нефтегазовая механическая суффозия 76. Нефтегазовые суффозионные просадки и провалы буровых вышек 77. Антропогенные "гейзеры" 78. Газонефтяные купола выпирания 79. Падение внутрипластовых напоров, изменение напряженного состояния массива 80. Замещение нефти водой, смещение вод, образование новых водоносных горизонтов, изменение гидрогеологического режима	Добыча нефти и газа через буровые скважины (поз.75, 76, 79–82) Прорыв и выброс нефти и сжатых газов при их добыче (поз.77, 78)
		81. Дегазация пород 82. Оседание дневной поверхности, связанное с эксплуатацией нефти и газа	
V. Процессы и явления, вызванные изменением поверхностной гидросферы	Процессы, вызванные созданием антропогенной гидрографической сети (водохранилищ, каналов, озер, прудов, болот)	83. Затопление, подтопление и заболачивание местности 84. Переработка берегов 85. Береговые оползни и обвалы 86. Антропогенное субаквальное осадкообразование 87. Просадки лессовых грунтов 88. Антропогенный карст	Подпор рек и ручьев плотинами, создание каналов, прудов и озер (поз.83–88) Ветровые и судовые волны и течения (поз.84–85) Механическая, химическая и биогенная седиментация (поз.86) Создание полей орошения (поз.78–81) Замачивание и размыв лёссовых грунтов поверхностными водами (поз.87)
	Процессы, вызванные нарушением естественного стока атмосферных вод	89. Антропогенная эрозия (овраги, рытвины, промоины и пр.) 90. Заболачивание (за счет поверхностных вод) 91. Антропогенные сели 92. Антропогенные оползни и оплывины	Дефекты вертикальной планировки местности и регулирования стока поверхностных вод (поз.89–92) Сброс вод и снега в овраги, балки, на склоны и откосы (поз.89, 91, 92) Размыв склонов в искусственных выемках и насыпях (89–92) Внезапный прорыв грунтов и вод из грунтохранилищ вследствие обводнения (поз.91)

Примечание. Позиции, указанные в скобках графы 4, отвечают соответствующим позициям графы 3.

ЛИТЕРАТУРА

1. К.А.Гулакян, В.В.Кюнтцель, Г.П.Постоев. Прогнозирование оползневых процессов. М.: Недра, 1977, 135 с.

2. Инструкция по инженерным изысканиям для городского и поселкового строительства. СН 211–62, М.: Госстройиздат, 1962, 117 с.

3. Инструкция по проектированию защиты от оползней населенных пунктов, зданий и сооружений. М.: М-во жил.-коммун. хоз-ва, 1976, 126 с.

4. Ф.В.Котлов. Антропогенные геологические процессы и явления на территории города. М.: Наука, 1977, 171 с.

5. Н.Н.Маслов. Механика грунтов в практике строительства (оползни и борьба с ними). М.: Стройиздат, 1977, 320 с.

6. Основы мерзлотного прогноза при инженерно-геологических исследованиях. Под ред. В.А.Кудрявцева. М.: Изд-во МГУ, 1974, 432 с.

7. М.П.Павчич, Б.И.Балыков. Методы определения коэффициента фильтрации грунтов. Л.: Энергия, 1976, 116 с.

8. И.В.Попов, Г.К.Бондарик, Л.Б.Розовский. Задачи и методы долгосрочного прогноза инженерно-геологических условий. – В кн. Рациональное использование земной коры. Материалы научного совещания. М.: Недра, 1974, с.51–60.

9. Проектирование водозаборов подземных вод. Под ред. Ф.М.Бочевера. М.: Стройиздат, 1976, 291 с.

10. Рекомендации по инженерно-геологическим изысканиям и оценке территорий для промышленного и гражданского строительства в карстовых районах СССР. М.: Изд. ПНИИИС, 1976, 90 с.

11. Рекомендации по прогнозам подтопления промышленных площадок грунтовыми водами. М.: ВНИИ ВОДГЕО, 1976, 324 с.

12. Л.Б.Розовский, И.П.Зелинский. Инженерно-геологические прогнозы и моделирование. Одесса, Одесский гос. ун-т, 1975, 115 с.

13. Руководство по проектированию оснований зданий и сооружений. М.: Стройиздат, 1977, 376 с.

14. Руководство по производству и приемке работ при устройстве оснований и фундаментов. М.: Стройиздат, 1977, 240 с.

15. СНиП II-9-78. Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. М.: Стройиздат, 1979, 23 с.

16. СНиП II-15-74. Основания зданий и сооружений. М.: Стройиздат, 1975, 65 с.

17. СНиП II-18-76. Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах. М.: Стройиздат, 1977, 45 с

18. СНиП II-60-75*. Планировка и застройка городов, поселков и сельских населенных пунктов. М.: Стройиздат, 1976, 80 с.

19. СНиП II-М.1-71*. Генеральные планы промышленных предприятий. Нормы проектирования. М.: Стройиздат, 1976, 33 с.

20. СНиП III-9-74. Основания и фундаменты. М.: Стройиздат, 1976, 96 с.

21. Е.А.Сорочан. Строительство сооружений на набухающих грунтах. М.: Стройиздат, 1974, 224 с.
22. Справочник по инженерной геологии (Под общей редакцией Чуринова М.В.). Изд. 2-е, доп. и перераб. М.: Недра, 1974, 408 с.
23. Справочник по строительству на вечномерзлых грунтах. Л.: Стройиздат, 1977, 552 с.
24. Фильтрация из водохранилищ и прудов/С.В.Васильев, Н.Н.Веригин, Г.А.Разумов, Б.С.Шержуков. М.: Колос, 1975, 304 с.
25. Н.Л.Шешеня. Оценка показателей сопротивления сдвигу массивов скальных пород по материалам инженерно-геологических изысканий–В сб.: Инженерная геология скальных массивов. М.: Наука, 1976, с. 84–86.

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

Введение 3
1. Общие положения 5
2. Инженерно-геологические изыскания 6
Вводные положения 6
Изыскания на неосвоенных территориях 7
Инженерно-геологические изыскания для технико-экономического обоснования генсхемы расселения и проекта районной планировки 7
Стационарные инженерно-геологические наблюдения 11
Инженерно-геологические рекомендации по рациональной планировке застраиваемых территорий в аспекте эффективного использования геологической среды 12
Инженерно-геологические изыскания для обоснования генерального плана города и разработки плана детальной планировки и первоочередной застройки 13
Инженерно-геологические изыскания для обоснования технического проекта и рабочих чертежей 19
Изыскания на освоенных территориях 22
Инженерно-геологические изыскания для технико-экономического обоснования плана застройки отдельных микрорайонов 23
Инженерно-геологические изыскания для обоснования технического проекта 26
Инженерно-геологические изыскания для обоснования рабочих чертежей 29

3. Природозащитные мероприятия 31

Основные принципы применения природозащитных мероприятий 32
Борьба с неблагоприятными геологическими процессами и явлениями 36
Геотермические процессы и явления 36
Процессы и явления, вызванные понижением уровня подземных вод и осушением грунтов 38
Процессы и явления, вызванные повышением уровня подземных вод, обводнением и увлажнением грунтов 38
Водопонижение и осушение грунтов 39
Процессы и явления, вызванные изменением поверхностной гидросферы 41
Процессы и явления, вызванные статическими и динамическими нагрузками 42

Субтерральные геологические процессы и явления, вызванные подземными выработками. 42
Предупреждение оползней и оплывин и борьба с ними 44
Борьба с обвалами, осыпями и селями 45
Приложение 1. Антропогенные изменения современного рельефа, вызванные промышленным и гражданским строительством 46
Приложение 2. Изменение состава, структуры и свойств грунтов под влиянием промышленного и гражданского строительства . . . 48
Приложение 3. Виды и последствия антропогенных изменений гидрогеологических условий 49
Приложение 4. Классификация антропогенных геологических процессов и явлений 52
Литература 60

ПНИИС Госстроя СССР

Рекомендации
по усовершенствованию
инженерно-геологических
изысканий для промышленного
и гражданского строительства
в связи с охраной и улучшением
геологической среды

Редакция инструктивно-нормативной литературы
Зав. редакцией Г.А. Жигачева
Редактор Л.Т. Калачева
Мл. редактор А.Н. Ненашева
Технический редактор Н.Е. Поплавская
Корректор Е.Б. Тотмина
Н/К

Подписано в печать 13.05.81 Т-06493 Формат 84 x 108/32
Набор машинописный Печать офсетная Бумага офсетная 80 г/м^2
Усл.печ.л. 3,36 Уч.-изд.л. 5,03 Тираж 5000 экз.
Изд.№ ХП-8811 Зак.№ 498 Цена 25 коп.

Стройиздат, 101442, Москва, Каляевская ул., 23а

Тульская типография Союзполиграфпрома при
Государственном комитете СССР по делам издательств,
полиграфии и книжной торговли
г. Тула, пр. Ленина, 109

gost.e-ecolog.ru