

Шешеня Николай Логвинович, д-р геолого-минералогических наук, начальник отдела инженерно-геологических процессов открытого акционерного общества «Производственный и научно-исследовательский институт инженерных изысканий для строительства», г. Москва, Россия

Основные требования к материалам инженерно-геологических изысканий для зданий повышенного уровня ответственности

The main requirements to the materials of engineering-geological prospecting for buildings of heightened level of responsibility

Рассматриваются пять основных групп признаков, которые характеризуют геоморфологические, стратиграфические, гидрогеологические, климатические особенности осваиваемых территорий, их пораженность опасными процессами и функциональный профиль строительного освоения рассматриваемой территории. Материалы изысканий должны быть достаточными для получения качественной или количественной информации по этим признакам. Данная информация является основой для разработки проектов инженерной защиты зданий и их коммуникаций от проявлений опасных процессов.

This paper presents an overview of five major groups of properties characterized by geomorphologic, stratigraphic, hydrogeological, climatic performance of developing territories. Also it reviews hazardous processes and construction's functional profile development of territories. To obtain the quality and quantity of information according this parameters surveying data must be informative. This information is major for project development for engineering protection of buildings and infrastructures from hazardous process.

Деформации примерно 65% зданий и сооружений и появление более 70% опасных природно-техногенных процессов в пределах территорий со сложными инженерно-геологическими условиями в основном возникают из-за ошибочных:

заключений изыскателей об инженерно-геологических условиях, проектных разработок мероприятий инженерной защиты, достаточных для предупреждения аварийных разрушений зданий и сооружений за счет, например, снижения несущих свойств пород оснований или появления (активизации) опасных инженерно-геологических процессов.

Для устранения этих причин к материалам инженерно-геологических изысканий предъявляются следующие основные требования.

1. Наличие результатов палеогеоморфологического анализа развития рельефа в четвертичную эпоху, особенно, эрозионных форм - долин рек и оврагов (балок). Многие древние долины рек и оврагов были погребены под толщей покровных супесчано-суглинистых грунтов, а современные – засыпаны при планировочных работах без учета гидрогеологических условий. Такой анализ изыскатели, как правило, не выполняют. Поэтому часть ответственных зданий оказываются висячими, располагаясь на крутых склонах (бортах), как это было, например, с Дворцом пионеров в Ростове Великом, который испытал аварийные деформации во время его эксплуатации. Указанный анализ позволил бы изыскателям оконтурить положение древней погребенной эрозионной сети, а здания и сооружения поместить за их пределами. При характеристике современных эрозионных форм надлежит иметь данные, которые являются признаками для обоснования необходимости инженерной защиты от вероятных проявлений склоновых гравитационных процессов. К их числу относятся:

профили, высота и крутизна склонов и бортов оврагов;

дренируемые подземные воды в виде мочажин, родников (нисходящих и восходящих), эпизодические (сезонные) или постоянно действующие ручьи по тальвегам оврагов, заболачивание. Их техногенная засыпка при планировочных работах без мероприятий отвода данных вод является причиной подтопления подземных частей зданий, построенных на этих участках, вероятной активизации оползней по бортам или по тальвегу оврагов. Примером может служить г. Калуга. По природным условиям до начала массовой послевоенной застройки только 15% от общей площади города считались потенциально подтопляемыми. В настоящее время до 70% его площади техногенно подтоплены из-за неверно выполненной засыпки

оврагов. Это стало причиной резкой активизации оползней, суффозии, набухания глинистых грунтов и, как следствие, аварийных деформаций зданий. Планировка территории должна быть обоснована материалами гидрологических и гидрогеологических карт-схем движения поверхностного и подземного стока первого от поверхности водоносного горизонта с обязательной прогнозной оценкой ее подтопления и обоснованными мероприятиями инженерной защиты.

2. Сведения о стратиграфических особенностях пород в пределах территории намечаемого строительства ответственных зданий. Особое внимание необходимо обращать на однотипность в разрезе литолого-генетических или петрографических типов пород в одинаковой степени литифицированных, гипергенно измененных процессами выветривания, разгрузки и под воздействием различных техногенных факторов. Если в зоне взаимодействия зданий и сооружений будут находиться массивы пород, сложенные дисперсными грунтами, кроме вещественного состава, следует изучать минеральный состав грунтов, состав их примесей, руководствуясь такими основными эмпирически подтвержденными закономерностями:

– глинистые грунты N_a – монтмориллонитового состава твердой консистенции в природных условиях при техногенном взаимодействии с водой сильно набухают (давление набухания может колебаться в пределах $0,48 \div 2,5$ МПа) и приобретают свойство незатухающей ползучести. На склонах, откосах строительных выемок и бортах оврагов высотой ≥ 7 м и крутизной $\geq 4^0$ образуются оползни выдавливания (незатухающей ползучести);

– глинистые грунты любого минерального состава твердой консистенции в природных условиях, содержащие более 3 % примесей гипса, или пирита, или органического вещества при взаимодействии с водой (или со щелочными и кислыми водами) приобретают свойство текучести. На склонах, откосах и бортах оврагов высотой ≥ 7 м и крутизной $\geq 2^0$ образуются оползни течения;

– водонасыщенные тонкозернистые и пылеватые пески, содержащие более 5 % глинистых частиц монтмориллонитового состава или органического вещества, при статических и динамических нагрузках обладают пльвунными свойствами. На склонах, откосах и бортах оврагов высотой

≥ 7 м и крутизной $\geq 12^0$ образуются оползни течения. Аналогичные свойства имеют водонасыщенные дисперсные грунты с защем-

ленными газообразными соединениями, продуктами жизнедеятельности микроорганизмов, которые могут создавать давление в поровой воде до 0,4 МПа;

– дисперсные грунты с большой пористостью со слабыми структурными связями, малой влажностью и малой гидрофильностью, с малым содержанием глинистых частиц, но с высоким содержанием крупной пыли, при взаимодействии с водой легко размываются, обладают просадочными свойствами;

– дисперсные грунты с сульфатными, карбонатными и железистыми соединениями при взаимодействии с водой выщелачиваются, а в приконтактных с грунтовыми или подземными водами зонах образуются ослабленные прослои, к которым могут быть приурочены поверхности смещения вязкопластических оползней;

– сыпучие, слюдястые разнородные пески являются суффозионно-неустойчивыми, легко размываются поверхностными водами с образованием на склонах, откосах строительных выемок, бортах оврагов высотой ≥ 7 м и крутизной $\geq 14^{\circ}$ оползней течения;

– при взаимодействии с поверхностными водами моренных суглинков и повышении их естественной влажности на 10–20 % формируются зоны низких значений показателей сдвига (угол внутреннего трения снижается до 8° против расчетного значения 16° , сцепление – до 0,006 МПа, против расчетного – 0,25 МПа). На склонах эти зоны являются наиболее вероятными поверхностями смещения пакетов и слоев грунтов с образованием оползней блокового типа;

– супеси твердой консистенции в природных условиях при дополнительном техногенном увеличении их естественной влажности всего на 4–6% приобретают текучую консистенцию, способны вытекать из под фундаментов зданий, со склонов и откосов с образованием оползней вязкопластического течения при углах внутреннего трения 4– 6° , сцеплении – 0,002 МПа;

–разнородные пылеватые пески являются суффозионно-неустойчивыми (с выносом мелких и пылеватых фракций в зону разгрузки подземных вод на поверхности склонов) при градиентах их потока $\geq 0,01$ и скорости потока $\geq 1,0$ м/сутки. Такие градиенты на склонах возникают в периоды водообильных дождей или сбросов техногенных поверхностных вод, аварийных утечек воды из водонесущих коммуникаций и т.п. Следствием этого процесса в

данных грунтах являются формирование зон разуплотнения и, как результат, дополнительные осадки грунтов основания здания.

3. Сведения о гидрогеологических особенностях осваиваемых территорий, обводненности пород, условиях питания и дренирования грунтовых и подземных вод, их техногенном загрязнении и химическом составе. Изыскатели должны помнить, что грунтовые воды в песчаных, супесчаных, глинистых образованиях четвертичных геолого-генетических комплексов в пределах городских и промышленных территорий, как правило, характеризуются пространственно-временной неоднородностью содержания в них сульфатных, карбонатных и железистых соединений. Эта особенность требует устройства, при необходимости, дренажных сооружений, работающих по типу обратного фильтра. В противном случае вокруг однослойных простых дренажей образуются зоны кольматации не столько за счет выноса мелких и пылеватых частиц, а за счет формирования геля при выпадении в осадок железистых, сульфатных или карбонатных соединений. Такие зоны способствуют образованию в массивах грунтов «водяных мешков» с эпизодическими прорывами грязевых потоков на склонах, бортах оврагов и откосах строительных выемок крутизной $\geq 2^0$ даже при движении легковых автомашин.

Установленные в процессе инженерных изысканий на многих объектах пределы колебания в воде железистых соединений равны 36–21000 мг/л, сульфатных и карбонатных – от долей до нескольких сотен мг/л; отмечено превышение ПДК по марганцу и железу в 50 и 40 раз соответственно, по кадмию – в 5 раз, по сере – в 75 раз, по биогенному элементу фосфора – в 7 раз. Однако грунтовые воды являются слабо агрессивными к бетонам нормальной плотности и агрессивными к железобетонным конструкциям строительных объектов.

Наиболее распространенными загрязняющими компонентами в грунтовых водах городов являются SO_4^{2-} , Cl^- , HCO_3^- , NO_3^- , NO_2^- , HPO_4^{2-} , H_2S и сульфиды, кремнекислота, натрий, кальций, магний, железо, марганец, тяжелые металлы, мышьяк, ПАВ, СПАВ, нефтепродукты, фенолы, амины. Бактериологическое загрязнение обычно вызывается бактериями группы кишечной палочки.

При строительном освоении названных территорий следует предусмотреть мероприятия по недопущению использования таких вод

для целей водоснабжения. Указанная особенность состава грунтовых вод представляет угрозу здоровью населения.

Следовательно, разработку проектной документации защитных мероприятий надлежит выполнять с учетом:

- количества горизонтов грунтовых и подземных вод; их абс. отм. вскрытия; условий для поверхностного стока дренируемых вод; водообильности, напоров, уклонов поверхностей их пьезометрических уровней, выщелачивающей агрессивности к породам, их примесям, цементу и металлам;

- анизотропии в содержании карбонатных сульфатных и железистых соединений; повышенного содержания сульфатных соединений и свободной углекислоты (наряду с повышенным содержанием сухого остатка).

4. Информация о пораженности территории определенным набором опасных природных и природно-техногенных процессов, условиях их формирования, развития, активизации и величинах риска освоения и эксплуатации территории при выборе мероприятий инженерной защиты от опасных природных и природно-техногенных геологических процессов. Для прогнозов изменения инженерно-геологических условий в пределах изучаемой территории и для оценки риска нежелательных последствий от проявления опасных процессов необходимы данные:

- об архитектурных, конструктивных особенностях строительных объектов, их материале, жизненном цикле в ретроспективе; о физических полях – распределении естественных напряжений, магнитных и т.п.; о бывших и существующих природных и техногенных нагрузках и процессах. Указанная информация составляет представление о функциональном профиле деятельности человека в пределах рассматриваемых территорий;

- о техногенных нагрузках – реакции компонентов геологической среды (активизация или новообразование геологических процессов – подтопления, карстово-суффозионных, оползневых, эрозийных, незатухающей ползучести глинистых грунтов, просадок лессовидных грунтов и т.п.);

- о воздействии компонентов геологической среды – реакция техногенных объектов (подтопление – затопление фундаментов, снижение несущей способности грунтов оснований, деформации фундаментов, аварийные разрушения зданий и т.п.);

– воздействие мероприятий инженерной защиты (инженерной подготовки) – строительные объекты и компоненты геологической среды.

При наличии в материалах изысканий, кроме требуемой нормативными документами, указанной выше основной, но крайне необходимой, информации, территории любого участка строительства ответственных зданий и сооружений будут иметь оптимально необходимую и достаточную площадь для выбора строго определенного вида ее освоения и мероприятий защиты. Набор мероприятий защиты будет разным (индивидуальным) для разных участков и количества процессов, их состояния, видов строительного освоения (типа зданий, их этажности, фундирования и вида освоения подземного пространства). Поэтому они должны разрабатываться для каждого случая индивидуально после получения от изыскателей и проектировщиков вышеназванной информации и сведений функционального профиля деятельности в пределах застраиваемых территорий.