

ВОЗРАСТАНИЕ ВЛИЯНИЯ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ И КОНСТРУКТИВНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ ЗДАНИЙ НА ИХ ДОЛГОВЕЧНОСТЬ В УСЛОВИЯХ Г. ПЕРМИ

Шестакова Е.А.¹

¹ *ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», Пермь, Россия (614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29), zatonskaya_e@mail.ru*

В статье рассмотрены данные комплексных инженерно-геологических изысканий г. Перми и выделены основные причины подтопления территорий, а также влияние гидрогеологических воздействий грунтов на долговечность зданий и сооружений. Рассмотрена взаимосвязь гидрогеологических условий территории и конструктивных особенностей зданий, с образованием дефектов и повреждений в конструкциях. Приведены практические примеры обследования нескольких зданий школ, построенных в 50-х – 60-х годах прошлого века, которых объединяют возраст, конструктивное и объемно-планировочное решение, схожие условия эксплуатации, инженерно-геологические условия площадок. Выявлена зависимость между гидрогеологическими условиями территории и дефектами в строительных конструкциях исследуемых объектов. На основании проведенных исследований для обеспечения системной надежности зданий и заданных эксплуатационных параметров при осуществлении их ремонта и реконструкции предложен комплексный учет факторов, влияющих на техническое состояние зданий, с использованием интеллектуальных технологий поддержки принятия решений с количественными параметрами, характеризующими надежность зданий и сооружений.

Ключевые слова: гидрогеологические условия грунтов, техническое обследование зданий, мониторинг технического состояния, расчет фундаментов

HYDROGEOLOGICAL CONDITIONS GROWING INFLUENCE AND DESIGN FEATURES OF THE BUILDINGS ON THE ENDURANCE IN PERM

Shestakova E.A.¹

Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russia (614990, Perm, Komsomolsky av., 29), zatonskaya_e@mail.ru

In the article the data of complex engineering-geological survey Perm and highlights the main causes of flooding areas, and the impact of soil hydrological impacts on the durability of buildings and structures. The interrelation of the hydrogeological conditions of the area and design features of buildings, with the formation of defects and damage to structures. Practical examples of a survey of several school buildings built in the 50s - 60s of the last century, which combined age, constructive and space-planning decisions, similar operating conditions, engineering and geological conditions of sites. The dependence between hydrogeological conditions of the area and defects in building constructions of the objects. On the basis of studies to ensure system reliability of buildings and operating parameters specified in the implementation of repairs and reconstruction proposed a comprehensive account of the factors influencing the technical condition of the buildings, with the use of intelligent technologies to support decision-making with quantitative parameters characterizing the reliability of buildings and structures.

Keywords: hydrogeological conditions of the soil, technical inspection of buildings, monitoring the technical condition of the calculation bases

Здания и сооружения в процессе эксплуатации подвергаются как внешним, так и внутренним воздействиям – это радиация, температура, осадки, химические процессы, биологические воздействия, морозное пучение и др. Особо следует отметить влияние гидрогеологических воздействий грунтов на долговечность зданий и сооружений.

Цель исследования

Целью исследования является определение степени влияния гидрогеологических условий территории на надежность и долговечность строительных конструкций зданий и сооружений по результатам инженерных обследований технического состояния зданий.

Результаты исследования

В 1985 году были проведены комплексные инженерно-геологические изыскания с целью изучения процесса подтопления территории г. Перми. Причинами подтопления являются: наличие плохо проводящих и плохо проницаемых слоев суглинков; слабая дренированность территории; наличие предприятий с повышенным (более 100м^3 /в сутки на 1га) водопотреблением и высокой плотностью инженерных сетей; большие (нередко превышающие нормативные) утечки из водонесущих коммуникаций и аварии в них, порой не ликвидируемые длительное время; барражный эффект подземных частей зданий и сооружений; суффозия песчаных грунтов; повреждение отмостки вокруг зданий.

Таким образом, гидрогеологические условия грунтов в основании фундаментов зданий и сооружений существенно изменились в результате начавшегося в начале 70-х годов интенсивного подтопления территории города Перми.

Это не могло не сказаться на физико-механических характеристиках грунтов, залегающих под подошвой фундаментов зданий [4, 5, 7]. В ряде случаев твердые грунты переходят в пластическое состояние, что приводит к снижению несущей способности грунтов оснований. В песчаных грунтах увеличение влажности способствует разрушению структурных связей между частицами грунта. Также установлено, что при повышении влажности грунта значительно повышается деформативность грунта [6].

Следует также отметить, что конструктивная особенность зданий в комплексе с вышеуказанными воздействиями также влияет на долговечность зданий.

В статье рассмотрен опыт технического обследования сотрудниками фирмы ЗАО «ЭРОН» нескольких зданий школ, построенных в 50-х – 60-х годах прошлого столетия. Школы расположены в разных районах города Перми: МОУ «Гимназия №5» находится в Мотовилихинском районе, средняя общеобразовательная школа №102 – в Индустриальном районе, средняя общеобразовательная школа №81 в Свердловском районе. Эти здания объединяют: возраст, конструктивное и объемно-планировочное решение, схожие условия эксплуатации, инженерно-геологические условия площадок.

В плане здания имеют «П» – образную форму. Конструктивная схема зданий – неполный каркас с несущими продольными и поперечными стенами (рис.1). В подвальных помещениях всех зданий находятся бомбоубежища. Фундаменты стен подвала по главному и торцовому фасадам здания обвалованы землей (для погашения взрывной волны), а фундаменты наружных стен главного и торцевого фасадов расположены на расстоянии

соответственно 3м и 6м от фундаментов подвала. Стены подвала выполнены из монолитного железобетона, толщиной 800мм, перекрытие над подвалом бомбоупорное, монолитное железобетонное, толщиной 500-700мм.

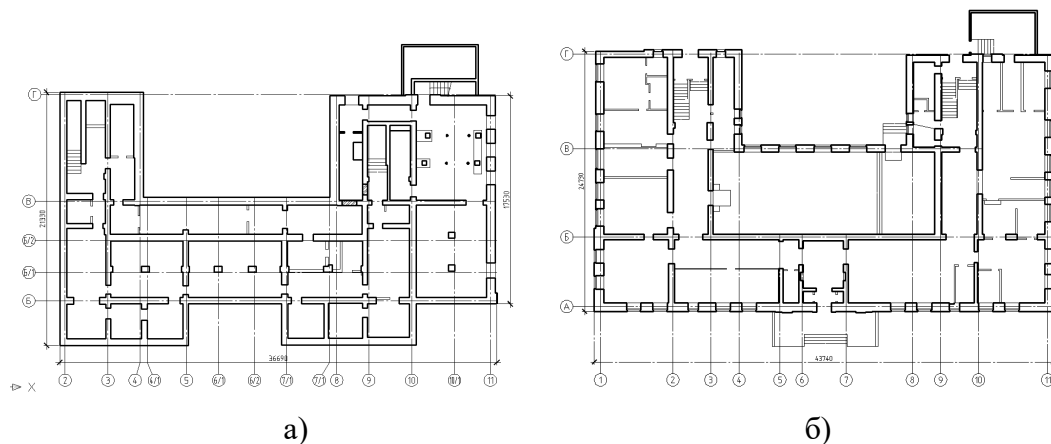


Рис.1. Типовой план подвала (а) и план первого этажа (б) зданий школ

На всех трех объектах несущие стены зданий выполнены из кирпича марки М75-50 на цементно-известковом растворе марки М25-10 с добавлением глины в качестве пластификатора.

При инструментальном обследовании зданий школ были выявлены общие дефекты несущих стен в виде трещин, шириной раскрытия от 5 мм до 40мм в наружных и внутренних стенах, разрушение водосточных труб, что привело к длительному замачиванию стен и образованию биокоррозии, выветриванию и вымыванию раствора из швов кладки.

Для выявления причин образования трещин в несущих стенах здания были выполнены инженерно-геологические изыскания, которые были сопоставлены с результатами изысканий, выполненных на момент проектирования зданий школ.

В геоморфологическом отношении площадки работ расположены в пределах IV левобережной надпойменной террасе р. Камы. Рельеф площадок ровный, в пределах территории школ резких уклонов не наблюдается, что говорит о затрудненном поверхностном стоке и большей инфильтрации поверхностных вод в грунт. Все здания имеют преклонный возраст постройки, а подведенные сети коммуникаций соответственно старые и изрядно изношены. На всех площадках за период эксплуатации зданий наблюдались разливы воды, связанные с авариями на трассах водонесущих коммуникаций.

В геологическом строении площадок изысканий принимают участие верхнепермские отложения, представленные песчаником и аргиллитом, перекрытые аллювиальными отложениями, представленные гравийным грунтом суглинистым заполнителем полутвердой консистенции и песчаным водонасыщенным, перекрыты суглинистыми грунтами от мягкопластичной до полутвердой консистенции. С поверхности залегает насыпной грунт благоустроенный почвенно-растительным слоем.

Гидрогеологические условия районов работ характеризуются развитием порово-пластовых подземных вод, на глубине 7,2-8,0м в хорошо фильтрующихся песчаных грунтах, и возможностью формирования подземных вод типа «верховодка» в насыпных грунтах над слабо фильтрующимися суглинками, в результате техногенных аварий или весенее-осенние периоды.

По степени подтопляемости участка изысканий относится к потенциально подтопляемым территориям с уровнем подземных вод на глубине до 4,0-6,0 м.

Горизонты подземных вод залегают глубоко и не оказывают влияние на фундаменты здания. В большей степени оказывают влияние аварии на трассах коммуникаций с утечками, затопление подвалов, инфильтрация поверхностных вод вдоль наружных стен.

Фундаменты всех зданий ленточные монолитные железобетонные на естественном основании. Ширина подошвы фундамента изменяется в пределах 0,9-2,6м. Глубина заложения фундамента составляет 2,5-3,5м. от уровня земли. Ширина и глубина заложения изменяется в зависимости от назначения и размещения фундамента.

В качестве естественного основания фундаментов зданий служат суглинки от мягкопластичной до полутвердой консистенции. Необходимо отметить, что в основании фундамента залегают мягко- и тугопластичные грунты, обладающие макропористой структурой, но не являющиеся просадочными, полутвердые грунты в основании имеют просадочные свойства, но при этом у грунтов без нагрузки эти свойства отсутствуют.

Отличительной особенностью основания является то, что под подошвой фундаментов коэффициент пористости и естественная влажность грунта больше, чем у грунтов находящихся без нагрузки. Грунты в основании обладают большим углом внутреннего трения и сцеплением, но при этом меньшим модулем деформации. По результатам наблюдений за креном и осадками зданий установлено, что деформации фундамента выражаются как в подъеме, так и в осадке. Наивысший подъем наблюдался с сентября по октябрь. С ноября начался процесс осадки фундамента, который продолжался до окончания наблюдений.

Анализируя данные лабораторных исследований грунтов под подошвой фундамента и вне зоны влияния нагрузки, можно предположить, что в основании фундамента под воздействием давления от сооружения возникает вторая фаза напряженного состояния грунта – фаза сдвига.

На основании обследования и результатов инженерно-геологических изысканий, выполненных в 2010-2013гг. и на момент проектирования зданий школ, был сделан расчет фундаментов под наружные и внутренние стены. Расчеты показали значительное снижение расчетного сопротивления грунтового основания фундаментов под несущие стены зданий.

Как было отмечено выше, конструктивные особенности зданий школ также существенно повлияли на их эксплуатационные качества. На одном из объектов - школа «МАОУ СОШ №81» - вышеописанные факторы привели к возникновению предаварийной ситуации – лавинообразном раскрытии вертикальной трещины шириной раскрытия до 40мм во внутренней стене по всей высоте здания (на высоту 3-х этажей).

При предварительном осмотре здания и комиссионного осмотра была обнаружена трещина в несущей внутренней стене по оси «Б» на всю высоту здания от угла дверного проема 1-го этажа до конструкции перекрытия над 3-м этажом. На первом этаже трещина сквозная шириной раскрытия до 20мм, на втором этаже – волосяная, на третьем этаже также сквозная – до 40мм. В местах расположения трещины на первом и третьем этажах проходит вентиляционный канал. Перевязка кирпичной кладки в месте расположения трещины отсутствовала. Толщина швов составляла 20 – 30мм, в растворе присутствовало большое количество глинистых включений.

В рамках проведения мероприятий по мониторингу технического состояния здания была установлена сеть маяков для определения динамики раскрытия трещины (фото 1). К моменту завершения работ по обследованию здания (через 2 месяца) динамика развития трещины не обнаружена. Дополнительно были выполнены гидрогеологические изыскания площадки.



Фото 1. Трещина во внутренней стене в осях «1-2/Б» на третьем этаже

При анализе результатов гидрогеологических изысканий, а также вскрытий фундаментов было установлено, что ленточный фундамент стены по оси «Б» по своей длине частично находится в подвале (оси «1-2»), т.е. является стеной подвала, а частично в обвалованном грунте (оси «2-3»). Также было установлено, что фундамент имеет разную ширину подошвы. Таким образом, фундамент стены по оси «Б» по длине работает на разные нагрузки и имеет разную ширину подошвы по своей длине.

По результатам расчета основания фундаментов по оси «Б» по второй группе предельных состояний было установлено, что перенапряжение в основании фундаментов составляет от 2,3% до 79%. Основной причиной перенапряжения являлось изменение консистенции грунтов в основании фундаментов из-за регулярного подтопления канализационными и атмосферными водами в течение длительного времени. Для уточнения наличия деформаций дополнительно были выполнены вскрытия конструкции фундамента в месте расположения трещины в стене по оси «Б». По результатам вскрытий дефектов, свидетельствующих о наличии деформаций конструкции фундаментов (трещины, изломы), не обнаружено. При дальнейшем подтоплении фундаментов здания канализационными водами возможно ускорение процесса изменения консистенции грунтов основания, что может привести к появлению прогрессирующих деформаций конструкций стен. Необходимо отметить, что здания также подвержены значительным сезонным деформациям, связанным с изменением температурно-влажностного режима и уровнем подземных вод типа «верховодка».

По результатам обследования было установлено, что основными причинами образования трещин в несущих стенах вышеуказанных зданий, являются: нарушение условий нормальной эксплуатации (протечки из инженерных сетей в подвальных помещениях, подтопление оснований фундаментов); низкая прочность материалов стен; низкое качество выполнения работ (отсутствие перевязки между рядами кладки, «пустошовка»); длительный период эксплуатации здания без проведения ремонтов в достаточном объеме.

Заключение

Таким образом, для обеспечения системной надежности зданий и заданных эксплуатационных параметров при осуществлении их ремонта и реконструкции, необходим комплексный учет факторов, влияющих на техническое состояние зданий. Для учета этих факторов рациональным представляется использование интеллектуальных технологий поддержки принятия решений с количественными параметрами, характеризующими надежность зданий и сооружений.

Список литературы

1. ГОСТ 53778-2010. Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния [Электронный ресурс]: доступ из электронного фонда правовой и нормативно-технической документации «Техэксперт».
2. ГОСТ Р 54257-2010. Надежность строительных конструкций и оснований [Электронный ресурс]: доступ из электронного фонда правовой и нормативно-технической документации «Техэксперт».
3. Жеребятьева Т.В. Механизм биокоррозии бетона и его защита // 1-я всерос. конф. по проблемам бетона и железобетона «Бетон на рубеже третьего тысячелетия». - М., 2001.
4. Новопашина Е.И., Янковский Л.В., Новопашин А.В. Аварийные ситуации кирпичных жилых домов и методы их устранения // Пермские строительные ведомости.- 1998.- № 6.
5. Новопашина Е.И., Новопашин А.В. Влияние гидрогеологических условий грунтов на долговечность жилых зданий // Пермские строительные ведомости. - 1998.- № 9.
6. Улицкий В.М., Шишкин А.Г. Учет изменения свойств грунтов под подошвой фундаментов в процессе эксплуатации зданий. Геотехническое сопровождение реконструкции городов.- М., 1999.
7. Экспертиза и инспектирование инвестиционного процесса и эксплуатации недвижимости Части 1,2. Под общей научной редакцией проф. П.Г. Грабовый (Грабовый П.Г, Егорычев О.О., Лукманова И. Г. Новопашина Е.И. и др.). - М., 2012.

Рецензенты:

Кашеварова Г.Г., д.т.н., профессор, зав. кафедрой «СК и ВМ», Пермский национальный исследовательский университет, г. Пермь;

Харитонов В.А., д.т.н., профессор, зав. кафедрой «СИМ», Пермский национальный исследовательский университет, г. Пермь.