

АНАЛИЗ ОБЪЕКТОВ ПОДТОПЛЕНИЯ ГРУНТОВЫМИ ВОДАМИ НА ТЕРРИТОРИИ Г. БАРНАУЛА

Л. Н. Амосова

Алтайский государственный технический университет
им. И.И. Ползунова, г. Барнаул

Приводится анализ подтопления городских территорий г. Барнаула. Нарушение баланса влаги в пределах активной зоны, увеличение степени водонасыщенности лессовых просадочных грунтов влияющих на изменении физико-механических свойств грунтов и устойчивости сооружений.

Ключевые слова: подтопление, водоносный горизонт, грунтовые воды, просадочный грунт, лессовый грунт.

Подземные воды являются наиболее подвижной составляющей геологической среды, изменения которой провоцируют самые опасные геологические процессы. Поэтому регулирование режима подземных вод в подавляющем числе случаев ведет к формированию определенной устойчивости геологической среды города, к снижению геологического риска и в итоге – к достижению приемлемого уровня геологической безопасности урбанизированной территории.

В Барнауле подтопление территорий наблюдается как развивающийся процесс и осуществляется по 2-м схемам:

- подъем уровня грунтовых вод в старой части города, в пределах надпойменных террас р. Барнаулки и в долине р. Пивоварки;
- повышение влажности грунтов и формирование нового подвешенного водоносного горизонта в верхней части покровных лессов в пределах застроенной территории Приобского плато или подъем уровня грунтовых вод на этой территории.

На территории города, находящейся в пределах плато, в широком масштабе, отмечается повышение влажности лессовых грунтов. Основная причина – утечки вод из инженерных коммуникаций, а также уменьшение испарения влаги из грунтов благодаря застройке и асфальтировке площадей.

Наибольшее развитие получили эти процессы на территории северной промзоны в северной части города. Верхняя часть разреза представлена здесь просадочными лесами, подстилаемыми непросадочными суглинками и супесями краснодубровской свиты.

Грунтовые воды находятся на глубине 30-50 м.

Эта промзона застраивалась, начиная с 1941 г. на протяжении 65 лет до настоящего

времени. На всех заводах этой промплощадки сейчас существуют зоны грунтов повышенной влажности и замоченных грунтов, приуроченных к производственным корпусам и трассам инженерных коммуникаций. Размер их в поперечнике от 20 до 300 м. Глубина замачивания от нескольких метров до 15-20 м, изредка достигая больших глубин. Эти зоны обычно имеют куполовидную форму. На отдельных предприятиях они слились, образуя единое поле замоченных грунтов (ТЭЦ-1, мясокомбинат). Замоченные грунты отмечаются или с поверхности, или с некоторой глубины (5-10 м).

При природной влажности лессовых грунтов, обычно 0,10-0,15, при замачивании она повышается до 0,16-0,27. Вместо твердой и полутвердой консистенции грунты становятся тугопластичными, мягкопластичными, текучепластичными и местами приобретают текучую консистенцию.

На территориях отдельных предприятий (шинный завод, ОАО «Химволокно», ТЭЦ-1, ТЭЦ-2, ТЭЦ-3, заводы геологоразведочного оборудования и технического углерода) отмечены подземные воды типа «верховодки» техногенного происхождения.

В результате утечек из водосодержащих и водонесущих систем, за 50 лет её эксплуатации (с 1955 г.) сформировалась зона замоченных грунтов. Верхняя граница её, в основном, находится на глубине 7-10 м, но на отдельных участках, характеризующихся повышенным поступлением в грунт производственных вод, она находится на меньшей глубине, 4-5 м. На глубину эта зона прослеживается до 45 м, смыкаясь с первым подземным водоносным горизонтом (уровень грунтовых вод на отметке 175 м абс.). Степень замачивания грунтов различна. Если, в основном

для грунтов этой зоны характерна тугопластичная консистенция, то отдельные участки её имеют мягкопластичную или полутвердую консистенцию.

Увлажнение северной промзоны в этой части Барнаула формируется на протяжении 20-60 лет, но некоторые из них появились и сравнительно недавно (5-15 лет).

Скорость формирования зон замоченных грунтов зависит от объема инфильтрующих промстоков. Нарушение баланса влаги в пределах активной зоны, увеличение степени водонасыщенности лессов существенно сказывается на изменении физико-механических свойств грунтов и устойчивости сооружений.

В связи с увеличением влажности, ослабляются структурные связи грунтов, в связи с чем ухудшаются деформационные и прочностные свойства грунтов: угол внутреннего трения уменьшается от $22-27^{\circ}$ до $15-20^{\circ}$, удельное сцепление – от 24-30 кПа до 5-15 кПа, модуль деформации – от 10-15 МПа до 1-8 МПа.

Как результат этого, при неравномерном замачивании происходит неравномерная просадка грунтов под фундаментом, что обуславливает деформации сооружений.

Замачивание грунтов обуславливает и то, что лессы, являясь практически непучинистыми грунтами при природной влажности, становятся сильнопучинистыми при водонасыщении. Процессы пучения наблюдались на ряде объектов.

Формирующиеся воды «верховодки» нередко обладают агрессивными свойствами к бетонам, разлагая последние. Так, подобные воды техногенного происхождения, обладающие агрессивными свойствами к бетонам и металлическим конструкциям, были зафиксированы на площадках насосной станции и очистных сооружений шинного завода.

Здания с деформациями имеются практически на всех заводах этой промзоны: на шинном, станкостроительном, трансмаше, техглерода, моторном, ГРО и других.

Так, на ОАО «Барнаульмясо» к 1978 г. на всех наружных стенах 4-х этажного главного корпуса появилась масса трещин: от волосных до 2-5 см шириной. Западная стена у перекрытия отошла от здания на 30 см. Создалась опасность её обрушения. Встал вопрос о полной замене западной и северной стен (они не несущие). Внутренние колонны осели, часть из них оказалась перекошенными.

Зоны замоченных грунтов имеются также и на предприятиях Власихинской промзоны. Почти сплошные поля замоченных грун-

тов наблюдаются на ТЭЦ-3 и пивзавода. На ТЭЦ-3 грунты промочены до глубины 30 м и здесь зона замоченных грунтов сомкнулась с водоносным горизонтом подземных вод.

Зоны замоченных грунтов формируются не только на территориях промышленных объектов, но и на некоторых участках жилой застройки. Процессы подтопления активно развиваются на пос. Южном, где под многими зданиями зафиксированы замоченные грунты.

Примером замачивания грунтов на отдельном участке может служить зона водонасыщенных грунтов, сформировавшаяся на площадке протяженного 9-ти этажного жилого здания по ул. Юрина, 208, где в течение ряда лет в техподполье стояла вода из-за утечки из водопроводящих коммуникаций. Столб воды достигал высоты 0,5 м. Замоченные грунты были отмечены от дома на расстоянии до 80 м.

Процессы подтопления продолжаются и в настоящее время. Как правило, имеют тенденцию прогрессировать во времени из-за старения водопотребляющих объектов и инженерных коммуникаций.

Прогнозируя дальнейшее изменение инженерно-геологических и гидрогеологических условий территорий промзон на Приобском плато, можно предположить, что имеющиеся зоны замачивания будут расширяться по площади и на глубину, и в конечном счете, сольются, образуя единые поля замоченных грунтов на территориях предприятий. На глубину они захватят грунты до первого водоносного горизонта. Существующие купола развития «верховодки» со временем будут расширяться, будут иметь не временный, а постоянный характер и затем также образуют единый горизонт грунтовых вод.

Уровень грунтовых вод будет повышаться и возникнет угроза подтопления фундаментов и подвалов грунтовыми водами. Будут так же развиваться процессы подтопления и в селитебных зонах.

В старой части города, как указывалось выше, процессы подтопления развиваются в иных инженерно-геологических условиях.

На площади I надпойменной террасы, слагающие её пески мелкие (реже пылеватые) лежат на глинах и суглинках кочковской свиты, являющихся водоупором.

Сформировавшийся в песках водоносный горизонт питается за счет атмосферных осадков и подземных вод, перетекающих из водоносных комплексов II и III надпойменных террас и водоносных горизонтов краснудуб-

ровской свиты Приобского плато.

Определенную роль в его питании играют воды, теряющиеся из инженерных коммуникаций. В последние десятилетия, в связи со строительством в старой части города многоэтажных домов, возросло водопотребление, а значит и утечки вод. В связи с этим стал подниматься уровень грунтовых вод на I террасе. Этому способствовал и еще ряд причин: барражный эффект от фундаментов зданий, особенно свайных, уменьшение испаряемости влаги из грунтов ввиду увеличившихся заасфальтированных площадей, засорения систем ливневой канализации, конденсации влаги под зданиями и сооружениями и др.

В результате, за последние десятилетия уровень грунтовых вод поднялся на 1-2 м.

Так, режимные наблюдения оползневой станции за уровнем грунтовых вод по скв. 393 за период 1976-1990 гг. показали, что он неуклонно поднимался с глубины 3,93 м до глубины 2,94 м. То есть за 14 лет уровень грунтовых вод поднялся на 1 м.

В настоящее время территория I террасы оказалась подтопленной. Глубина залегания грунтовых вод на большей её части составляет 0,0-2,0 м. Местами грунтовые воды выходят на поверхность, обуславливая заболачиваемость участков.

В результате подтопляются подвалы и фундаменты зданий, инженерные коммуникации, замачиваются стены (из-за капиллярного поднятия воды).

В частности, в 80-х годах стали затопливаться подвалы зданий горисполкома (ныне администрация города) и краевого архива (ныне Знаменской церкви), построенные в прошлом веке и ранее не затопляющиеся.

Подтопление территорий обуславливает ухудшение физико-механических свойств грунтов (резко снижаются прочностные характеристики), повышает их пучинистость. В результате ряд зданий получили деформации (трещины в фундаментах и стенах), к примеру, здание краевой поликлиники.

Затопление подвалов приводит к порче хранящихся в них имущества и продуктов, делает невозможным их использование по функциональному назначению.

Замачивание инженерных коммуникаций значительно осложняет их эксплуатацию и ремонт. На II и III надпойменных террасах уровень грунтовых вод залегает относительно глубоко и почти не влияет на инженерные сооружения (за исключением приобровочной полосы II террасы). Но здесь в связи с под-

земными водами, возникает другая проблема: влияние «верховодки» на строительство и эксплуатацию сооружений.

В составе песков II-ой и III-ей надпойменных террас часто встречаются прослойки и линзы супесей и суглинков мощностью от 0,5 до 3-4 м, не имеющие сплошного распространения. Над ними формируется «верховодка», залегающая на глубинах от 2 до 8 м ввиду того, что мощность этого горизонта минимальна, а слой суглинков залегает субгоризонтально.

Изыскания, проведенные на одних и тех же участках в разные годы, до 1985 г. не показали сколько-нибудь существенного повышения уровня «верховодки».

Но в последние 10-15 лет в связи с многоэтажной застройкой площади этих террас и возросшим объемом утечек вод, время существования «верховодки» начинает увеличиваться, водообильность её возрастает. Она может обусловить затопление подвалов и подземных коммуникаций.

При проектировании и строительстве сооружений необходимо учитывать наличие «верховодки».

Застройка новых микрорайонов в северо-западной части города, неупорядочивание поверхностного стока, заиливание русла р. Пивоварки обусловили повышение уровня грунтовых вод в долине этой речки и в районе, прилегающему к ней. В результате оказались подтопленными фундаменты свыше 400 частных домов, вода затопила подвалы. Грунты приобрели пучинистые свойства, ряд домов получил деформации. Встал вопрос о сносе домов и переселении семей в новые здания.

В целом, процессы подтопления в Барнауле получили значительное развитие. Общая площадь подтопленных и подтопляемых земель составляет 2100 га. Материальный ущерб значителен. Потенциальная пораженность этим видом ОПП на Приобском плато, пойме и I надпойменной террасе – 100 %, на II и III террасах – 2-3%.

Просадочность грунтов и подтопление территорий. Эти процессы почти целиком обязаны неудовлетворительной деятельности человека: утечкам вод из коммуникаций, водопотребляющих систем и последующему замачиванию грунтов. Замачивание грунтов природными (талыми, дождевыми) водами также имеет место при отсутствии организации их стока (замачивание грунтов в котлованах под здания, замачивание грунтов под зданиями при нарушении отмошков или от-

существование водосточных труб и др. случаи, объясняемые неудовлетворительной деятельностью человека).

Исключение составляет подтопление территорий на I надпойменной террасе, которое, в основном, определяется природным процессом – подпором вод Оби в половодья и соответствующим поднятием уровня грунтовых вод. Но и здесь ощущается негативное антропогенное влияние, обусловленное дополнительным питанием водоносного горизонта этой террасы водами, теряющимися из инженерных коммуникаций, что выражается в постепенном подъеме (из года в год) уровня грунтовых вод.

Подтопление территорий будет прогрессировать. Оно будет связано с возрастанием утечек из водонесущих коммуникаций и водосодержащих емкостей ввиду ввода новых объектов, а главное, из-за старения существующих коммуникаций, которые после 20 лет эксплуатации дают утечки до 30-40%.

Увеличение поступления влаги в грунты будет способствовать расширению имеющихся зон замоченных грунтов, их слиянию и формированию нового подвешенного водоносного горизонта на территории Северной промышленной зоны, а в дальнейшем – смыканию его с грунтовыми водами.

Этот же процесс будет проходить и на Власихинской промплощадке, но будет более растянут во времени ввиду разобщенности здесь предприятий и меньшего водопотреб-

ления (за исключением ТЭЦ-3, пивзавода и завода искусственного волокна).

Будут расширяться процессы подтопления и на селитебных площадях в пределах Приобского плато, застроенных многоэтажными домами с большим водопотреблением, в том числе на Дальних Черемушках, пос. Урожайном, южнее Павловского тракта и на пос. Южном.

Дальнейший подъем уровня грунтовых вод в долине Пивоварки (если не будут проведены требуемые мероприятия) расширит зону подтопления на данном участке, вовлечет в сферу деформационных нарушений дополнительный ряд частных домов.

На I надпойменной террасе р. Барнаулки будет продолжаться медленный подъем уровня грунтовых вод, усугубляя положение с подтоплением инженерных коммуникаций, фундаментов и подвалов.

В связи с перспективной застройкой многоэтажными зданиями площадей II и III надпойменных террас, усилится барражный эффект, расширятся из-за дополнительных утечек зоны верховодки, более продолжительными будут периоды их существования.

В целом, ожидается значительное расширение в городе подтопленных и подтопляемых территорий.

Амосова Л.Н. – к.т.н., доцент кафедры «Основания, фундаменты, инженерная геология и геодезия» ФГБОУ ВО АлтГТУ им. И.И. Ползунова, E-mail: larisa1708@bk.ru.

УДК 69+624.131.6

ТЕХНОГЕННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ ПОДТОПЛЕНИЯ НА ГРУНТОВЫЕ ОСНОВАНИЯ И УСИЛЕНИЕ ГРУНТОВОГО МАССИВА ХИМИЧЕСКИМ ЗАКРЕПЛЕНИЕМ

Л. Н. Амосова, Д. А. Маршалкин

Алтайский государственный технический университет
им. И.И. Ползунова, г. Барнаул

Приводятся оценка техногенного воздействия подтоплений городских территорий г. Барнаула, предупредительных и защитных мероприятий, эффективных химических материалов и методов увеличивающих несущую способность грунтового массива и его водонепроницаемость.

Ключевые слова: подтопление, грунтовые воды, рельеф, грунт, метод.

Подтопление территорий – это процесс, происходящий под воздействием спектра различных факторов: техногенных и, частич-

но естественных, при которых нарушается баланс и водный режим территорий. В определенный период времени происходит повы-