

существование водосточных труб и др. случаи, связанные с 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, усилятся 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-

шение уровня подземных вод, достигающее максимальных значений, при которых требуются специальные мероприятия по защите от этого страшного фактора.

На данном временном этапе защитные мероприятия нормируются специальным документом Российской Федерации, а именно «СП 116.13330.2012 Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов. Основные положения проектирования».

Конечно, техногенное подтопление – это есть ничто иное, как нормальная хозяйственная деятельность человека

Следует отметить, что чаще всего проблема подтоплений территорий присутствует там, где имеются различного рода недостатки в проектировании, строительстве и что не мало важно, в эксплуатации зданий и сооружений.

Поэтому своевременное реагирование на подтопления территорий, и сооружение специальной системы борьбы с этим проблемным фактором, т.е. предупредительных и защитных мероприятий, являются необходимым и обязательным условием нормальной хозяйственной деятельности человека.

Наиболее остро вопрос подтопления территории возникает в тех местах, где природный земляной массив сложен слабопроницаемым и набухающим грунтом при увлажнении, слабо развитой эрозионной сетью, затрудненным поверхностным и особенно подземным стоком.

Строительство зданий, сооружений и других объектов, расположенных на слабопроницаемых грунтах, практически везде сопровождается большим накоплением влаги в толще грунтов и соответственно подъемом уровня грунтовых вод, даже если таковые отсутствовали до начала строительства. Такие нарушения возникают в результате практической деятельности человека, и на строительных площадках повсеместно развиваются в две стадии – непосредственно в период строительства, и дальнейший период эксплуатации.

Территории г. Барнаула подвержены воздействию опасных техногенных процессов, среди которых одним из самых опасных является подтопление.

Инфраструктура г. Барнаула имеет в своем роде необычную планировку городской застройки в виду отсутствия функционального зонирования территории на промышленные и жилые районы, весьма старой системой коммуникаций и различной типизацией

застройки от маленьких частных домиков с приусадебными участками, до современных высоток, имеющих мощное фундаментное основание.

Рельеф территории Барнаула определяют основные геоморфологические структуры – Приобское плато и долины рек Оби и Барнаулки.

На Приобском плато расположена большая часть города: значительная часть центра Барнаула, северная, западная и юго-восточная (нагорная) части его.

На территории г. Барнаула в пределах Приобского плато субаэральные покровные отложения представлены светло-серыми, серыми, палево-серыми, желтовато-серыми неслоистыми, макропористыми, сильно карбонатизированными суглинками и супесями с хорошо выраженной столбчатой отдельностью, наблюдаемой в обнажениях. Покровные лессовидные суглинки и супеси обладают просадочными свойствами и широко используются в качестве оснований фундаментов зданий и сооружений. Мощность просадочной толщи от 4-5 м до 10-13 м.

Современные аллювиальные отложения пойм и русел рек – а  $Q_{IV}$  представлены песками, супесями, суглинками и распространены в долинах рек Оби, Барнаулки, Пивоварки. В долине р. Барнаулки современный аллювий представлен почти исключительно песками. Глинистые отложения не характерны и встречаются эпизодически в виде маломощных линз и прослоев. Аллювий залегает на суглинках и глинах кочковской свиты. Мощность отложений 3-5 м.

В долине р. Оби присутствие глинистых отложений более значительное и суглинки (супеси) местами слагают верхнюю часть разреза. Мощность песков от 2-3 м до 10 м, суглинков – до 2-4 м, общая мощность до 10 м и более.

В долине р. Пивоварки аллювий развит в среднем и нижнем течении и представлен песками, которые слагают русло и пойму. В нижнем течении локально встречается надпойменная терраса. Мощность отложений в пределах пойм 2-3 м, надпойменной террасы – 5-7 м.

Современные делювиально-пролювиальные отложения –  $drQ_{IV}$  приурочены к оврагам, логам Приобского плато и склонам бортов долин р. Оби и р. Барнаулки. Делювиально-пролювиальные отложения широко развиты на склонах бортов долин рек Оби и Барнаулки и в верховье р. Пивоварки. Образование отложений происходит за счет

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

обрушения (оползни, обвалы) высоких крутых коренных берегов, в результате речной эрозии и суффозионных процессов в нижней части склонов, размыва талыми и дождевыми водами.

На территории г. Барнаула выделяются следующие подземные воды, залегающие первыми от поверхности и оказывающие влияние на инженерно-геологические условия: подземные воды типа «верховодка»; грунтовые воды аллювиальных отложений пойм р. Оби, р. Барнаулки и р. Пивоварки ( $aQ_{IV}$ ); грунтовые воды аллювиальных отложений первой надпойменной террасы р. Барнаулки ( $aQ^1_{III}$ ); грунтовые воды аллювиальных отложений второй надпойменной террасы р. Барнаулки ( $aQ^2_{III}$ ); грунтовые воды аллювиальных отложений третьей надпойменной террасы р. Барнаулки ( $aQ^3_{III}$ ); водоносный комплекс краснодубровской свиты ( $Q_{I-II} \text{ kgd}$ ). Подземные воды, типа «верховодка», имеют локальное распространение в зоне аэрации и встречаются на различных элементах рельефа. Они имеются на 2-ой и 3-ей надпойменных террасах р. Барнаулки, в долине р. Пивоварки, на водораздельных пространствах и склонах Приобского плато. «Верховодки» образуются на участках, где в зоне аэрации водопроницаемые грунты подстилаются грунтами с пониженными фильтрационными свойствами. Питание «верховодки» осуществляется за счет инфильтрации дождевых и талых вод, а также утечек из водонесущих коммуникаций. Интенсивное пополнение запасов «верховодки» происходит весной в период снеготаяния.

При подтоплении территорий, на которых располагаются здания и сооружения, химический состав вод техногенного горизонта и верховодок, вместе с суточным изменением температуры, запускает разрушительный для строительной конструкции процесс. Отсутствие какой-либо горизонтальной гидроизоляции многих зданий и сооружений дает свободный подъем капиллярной влаги по конструкциям, что ведет к значительному ухудшению влажностного режима помещений и, что приводит к ухудшению самочувствия и здоровья людей.

Большая часть территории г. Барнаула подвержена еще одному опасному фактору, исходящему от подтопления, это есть ничто иное, как морозное пучение. Высокая предзимняя влажность грунтов основания значительно усиливает температурные деформации зданий и сооружений. Это, конечно же,

связано с высоким уровнем грунтовых вод и образования верховодок.

Также не стоит оставлять без внимания надежность эксплуатации канализационных систем, которые способны влиять на величину инфильтрации грунтов.

Одним из основных факторов, влияющих на надежность этих систем, являются сточные воды промышленного происхождения. На данный момент срок службы трубопроводов уже не учитывает их эксплуатацию. Сточные воды в своем составе имеют как органические загрязнители, так и минеральные, вид которых в большей степени зависит от характера производства. Сточные воды оказывают пагубное влияние на фактический срок службы канализационных систем, снижая их надежность, в результате чего возникает масса аварийных ситуаций на инженерных сетях, вследствие чего увеличиваются затраты на устранение местных аварий и проведения капитальных ремонтов.

Исходя из этого, надежность эксплуатации инженерных систем сказывается на влажностном режиме грунтов за счет нарушения процессов тепло- и влагопереноса в зоне аэрации.

За счет уменьшения испарений в грунте повышается количество влаги, которая подпитывает грунтовые воды, вызывая повышение уровня последних.

Особо остро подтопление территорий возникает в крупных городах, а также в промышленных зонах и на территориях опасных объектов. Это может привести к осложнению хозяйственной деятельности, а также может привести к экономическим и, что немало важно к экологическим и социальным потерям. Все это конечно обуславливается необходимостью разработки новых методов борьбы с этим фактором с нахождением новых более эффективных и менее дорогостоящих материалов.

С увеличением возраста и численности населения возникает необходимость в обеспечении жильем все больше и больше населения нашей великой страны России. Зачастую проектные институты, в лице инженеров-строителей, все чаще и чаще сталкиваются с острой необходимостью возведения зданий и сооружений в тех местах, где последующее выполнение строительно-монтажных работ невозможно осуществить без химического закрепления грунтов, будь то необходимость устройства фундаментов на лессовых просадочных, пористых и сыпучих, набухающих

грунтах обладающих малой несущей способностью.

Сам термин «Закрепление грунтов» включает в себе их изменение физико-механических свойств, используемых в строительстве, влияющие на их прочность и несущую способность.

Проще говоря, это ничто иное, как искусственное изменение, необратимое преобразование грунтов. Соответственно, это предполагает за собой увеличение прочности, устойчивости, сжимаемости, и, что не мало важно существенный спад чувствительности грунтов в природном залегании к изменениям внешней среды, особенно к изменениям влажности в виде замачивания грунтового массива.

Такой вид упрочнения грунтов применяется при строительстве промышленных и гражданских зданий на просадочных и «слабых» грунтах, а также для укрепления откосов и выемок автомобильных трасс в водонасыщенных грунтах, в качестве противооползневых мероприятий, при прокладке сетей водоснабжения и канализации, при подтоплении территорий и др.

Конечно, ввиду своей дороговизны, такой вид усиления грунтового массива в основном применяется в качестве аварийных и восстановительных мероприятий при разуплотнении грунтов. Проще говоря, когда грунт сохраняя свою структуру и плотность, распался на крупные куски; или же когда возникает острая необходимость моментального проведения работ по восстановлению или предупреждению аварийных ситуаций связанных с изменением свойств грунтов в процессе эксплуатации здания приведшим к снижению несущей способности основания. Существуют различные химические материалы способствующие увеличению несущей способности грунтового массива, а также придающие толще грунта водонепроницаемость.

По способу закрепления выделяют несколько методов, кардинально отличающихся друг от друга:

- *Силикатизация* одно- и двухрастворная. Применяется в основном при просадочных лессовых грунтах и некоторых видах пиковых суглинков с коэффициентом фильтрации не менее 0,2 м/сут, песках с коэффициентом фильтрации 0,5-80 м/сут;

- *Смолизация*. Применяется преимущественно в песчаных грунтах. Коэффициент фильтрации 0,5-50 м/сут;

- *Цементация*. Данный вид применим при образовании в толще грунтового массива пустот большого размера, а также в трещиноватых скальных, крупнообломочных и гравелистых грунтах;

- *Термическое закрепление* (спекание стенок скважины). Используется при просадочных лессах и лессовых суглинках и глинах с коэффициентом фильтрации не более 0,5 м/сут;

- *Буромесительное* закрепление. Используется при небольшой толще усиливаемого массива в иле, а также сопутствующие им глины и суглинки мягкопластичной, текучей консистенции, рыхлые и средней плотности пески. Коэффициент фильтрации не более 0,5 м/сут.

Различие способов закрепления заключается в выборе нагнетаемых химических реагентов и в подборе их рецептуры. Закрепление происходит за счет нагнетания в толщу грунта под давлением через скважинные инъекторы химических растворов. Проникая в поры грунта химические растворы с течением времени твердеют, превращая грунтовой массив в «камень». В процессе нагнетания химических реагентов в толщу грунта и их дальнейшего твердения, в структуре грунта между порами образуются прочная связь, что и сказывается на сжимаемости, прочности и водонепроницаемости, увеличивая эти показатели. Выбор того или иного способа закрепления грунтового массива, в большей степени, зависит от категории состояния здания, а также от категории риска предполагаемых работ по консервации, реставрации либо реконструкции зданий и сооружений, и в меньшей – от стоимости и наличия химических реагентов. В настоящее время стоимость химических реагентов довольно высока и еще возникают некоторые проблемы с доступностью, перевозкой и хранением используемых материалов.

Возникает необходимость в нахождении новых, доступных материалов для использования в закрепляющих растворах, инъектируемых в толщу грунта.

Анализируя доступные материалы в г. Барнауле интерес вызывают тепловые электростанции, точнее отходы, называемые золой-уноса, образовавшиеся после сгорания твердых пород бурого угля. Сам по себе материал представляет собой несгораемый минеральный остаток, включающий в себя до 35% CaO (оксид кальция). Состав и строение золы зависит от ряда факторов: морфологических особенностей и вида топлива, тонко-

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

сти помола, зольности топлива, температур в зоне сжигания, химического состава минеральных компонентов топлива, времени горения частиц в данной зоне. Значительное содержание карбонатов в минеральной доле исходного топлива в процессе горения обуславливает образование силикатов, алюминатов и ферритов кальция – способных к гидратации минералов. Такая зола при затворении способна схватывать и самостоятельно твердеть. В ней содержится окись магния, кальция в свободном состоянии.

Золы твердого топлива с высоким содержанием кальция являются многофазными материалами. У них присутствуют вяжущие свойства. Концентрация отдельных компонентов в них различна. На вяжущие свойства влияет состав и соотношение фаз, которые слагают золу. Качественный баланс фаз позволяет получать предельную гидравлическую активность и улучшать химические и физические свойства материала. Получение оптимального содержания вяжущих материалов возможно в случае хорошего изучения гидравлической активности фаз и механизма их взаимодействия.

Из-за неоднородного состава зерен топливной смеси наряду с возможностью контак-

та пылинок, которые сгорают в подвешенном состоянии, все химические процессы протекают в объемах отдельных крупниц. Это приводит к сосредоточению железосодержащих, клинкерных минералов и основного количества оксида кальция в тяжелой зольной фракции (удельный вес более 2,88). Средняя фракция наполнена кварцем (1,83-2,88), алюмосиликатным стеклом и оксидом кальция. Легкая фракция сосредотачивает полые внутри шарики силикатного стекла (менее 1,83).

Целью применения золы-уноса является закрепление и уплотнение грунтовых массивов путем пропитки их поровой структуры водной суспензией с последующим затверждением массива.

Зола-уноса является альтернативой органическим инъекционным составам.

**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.

**Маршалкин Д.А.** – магистрант ФГБОУ ВО АлтГТУ им. И.И. Ползунова.

УДК 728.2.012.26

### **РАЗРАБОТКА НАИБОЛЕЕ ЭФФЕКТИВНОГО ВАРИАНТА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗЕМЕЛЬНОГО УЧАСТКА, РАСПОЛОЖЕННОГО ПО АДРЕСУ: Г. БАРНАУЛ, УЛ. ПАРТИЗАНСКАЯ, 60, 62**

**Е. С. Аникина, Н. А. Данилова, Л. В. Куликова**  
Алтайский государственный технический университет  
им. И.И. Ползунова, г. Барнаул

*В статье рассматриваются 3 варианта наиболее эффективного использования земельного участка с объектом незавершенного строительства, расположенного в центре города Барнаула. Для каждого варианта просчитаны технико-экономические показатели, сделаны выводы о целесообразности их реализации.*

**Ключевые слова:** принцип наиболее эффективного использования объекта недвижимости, объект незавершенного строительства, федеральные стандарты оценки, технико-экономические показатели проекта, снос объекта, демонтаж, перепродажа строительных материалов, строительство жилого дома.

Темпы строительства коммерческих зданий в России не уступают мировым стандартам. Однако некоторые стройки остаются в стороне от прогресса: когда из-за внезапно прекращенного финансирования прекращается и строительство, вместо недвижимости

*ПОЛЗУНОВСКИЙ АЛЬМАНАХ № 1 2016*

проект становится объектом незавершенного строительства. Причины возникновения таких объектов могут быть различными, например, несовершенство градостроительных законов, технические ошибки в строительстве или рыночные потрясения.