

ИНЖЕНЕРНАЯ ЗАЩИТА УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ ОТ ПОДТОПЛЕНИЯ

Л. Н. Амосова, Е. Е. Ермаков

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

В статье приводятся наиболее характерные негативные геологические процессы для городских территорий и мероприятия для защиты фундаментов зданий и сооружений от подтопления.

Ключевые слова: природно-техногенные процессы, подземные воды, подтопление, мероприятия для защиты фундаментов зданий, гидроизоляция: торкретная; асфальтовая; обмазочная; оклеечная.

Население и территория Земли с многочисленными объектами хозяйства подвержены негативным воздействиям более 50 опасных природно-техногенных процессов. По данным ООН, от наиболее катастрофических проявлений этих процессов ежегодно в мире гибнет около 150 тыс. человек, а экономические потери достигают 60-70 млрд. долларов США.

В России в защите от опасных природных и природно-техногенных процессов нуждаются практически все города и большинство более мелких поселений, не менее 115 млн. га сельскохозяйственных земель, 36% побережий морей, водохранилищ.

За последние 10-15 лет площадь развития опасных природно-техногенных процессов увеличилась в пределах урбанизированных территорий на 50–60%. Экономический ущерб от опасных природных и природно-техногенных процессов достиг 6-7% валового внутреннего (национального) продукта страны. Ежегодно число пострадавших от опасных природных процессов в мире увеличивается на 8.6% при ежегодном росте экономических потерь 10.4%. Особенно остро стоят вопросы инженерной защиты от опасных геологических процессов, урбанизированных территорий.

Среда обитания человека – это сложная и слабопредсказуемая природно-техническая система. Возникающие или активизирующиеся при ее эксплуатации инженерно-геологические и гидрологические процессы являются реакцией на несбалансированное воздействие разнородных инженерных сооружений, вследствие особенностей их функционирования. Природно-техногенные процессы становятся мощным источником геологической опасности на застроенной терри-

тории. Усиление антропогенного воздействия на природную среду является одним из следствий интенсивного процесса урбанизации.

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, к снижению геологического риска и в итоге – к достижению приемлемого уровня геологической безопасности урбанизированной территории.

Наиболее характерными негативными геологическими процессами для городской территории являются: подтопление территорий, оползневые явления, просадочные деформации, вызванные подъемом уровня подземных вод.

На территории г. Барнаула оползнеопасные территории занимают около 1,2% площади города. Активизации оползневых процессов способствуют такие антропогенные факторы, как утечки из водонесущих коммуникаций, аварийные сбросы воды в промышленной зоне, полив садов и огородов на склоне, пригрузка склонов свалками бытовых и промышленных отходов. В оползневой зоне г. Барнаула находится около 20 промышленных предприятий, кроме того в ней проживает около 6 тыс. человек.

В настоящее время проблема подтопления существует в следующих городах и населенных пунктах края: города Барнаул, Рубцовск, Горняк, Алейск, Белокуриха, Славгород, Яровое, райцентры Павловск, Благовещенск, Родино, Пospelиха, Михайловское, Шипуново, Тальменка. Основные причины подтопления носят техногенный характер:

подъему уровня грунтовых вод способствует рост водопотребления и сопутствующие ему водопотери. Так, в Рубцовске утечки промстоков достигают 15-20%, в районе сахарного завода – до 50%. На территории города Барнаула в подтопленном состоянии находится исторический центр города площадью более 12 км², долина р. Пивоварки.

В ходе строительства или эксплуатации зданий и сооружений зачастую возможен подъем грунтовых вод. При этом происходит подтопление подвальных помещений и коммуникаций, что ведет к снижению несущей способности грунтов. Все это нарушает нормальную эксплуатацию зданий и сооружений, в некоторых случаях приводят к авариям, что значительно повышает затраты на строительство.

Подтопление оказывает серьезное воздействие на производство строительных работ, а также на нормальную эксплуатацию территории.

Если говорить о естественных причинах, то подтопление является результатом действия трех видов воды: верховодки, собственно грунтовых и напорных вод.

Верховодкой называют временные скопления подземных вод в зоне аэрации. Эта зона располагается на небольшой глубине от поверхности, над горизонтом грунтовых вод, где часть пор пород занята связанной водой, другая часть – воздухом. Верховодка образуется над случайными водоупорами, в роли которых могут быть линзы глин и суглинков в песке, прослойки более плотных пород. Вода временно задерживается и образует своеобразный водоносный горизонт.

Особенностью верховодки является возможность ее образования даже при отсутствии в зоне аэрации каких-либо водоупорных пропластков. В целом для верховодки характерно: временный, чаще сезонный характер, небольшая площадь распространения, малая мощность и безнапорность. В легко водопроницаемых породах, например, в песках, верховодка возникает сравнительно редко. Для нее наиболее типичны различные суглинки и лессовые породы.

Верховодка представляет значительную опасность для строительства. Залегая в пределах подземных частей зданий и сооружений, она может вызвать их подтопление, если заранее не были предусмотрены меры дренирования или гидроизоляции. В последнее время в результате значительных утечек воды отмечено появление горизонтов верховодок на территории промышленных объектов и

новых жилых районов, расположенных в зоне расположения лессовых пород. Это представляет серьезную опасность, так как грунты оснований снижают свою устойчивость, затрудняется эксплуатация зданий и сооружений.

На различной глубине от поверхности земли встречаются грунты, пропитанные водой. Эти воды и называются грунтовыми. Грунтовые воды оказывают влияние на структуру, физическое состояние и податливость грунтов. Изменение уровня грунтовых вод после возведения сооружения может резко понизить прочность основания и вызвать серьезные деформации сооружения.

При наличии в грунте легкорастворимых в воде веществ, грунт с течением времени может резко изменить свои свойства и разрушиться. Поэтому во всех таких случаях необходимо обстоятельно изучить состав грунта и определить мероприятия, устраняющие возможность его разрушения.

К напорным водам относятся подземные воды, находящиеся в водоносных горизонтах, перекрытых и подстилаемых водоупорными (или относительно водоупорными) слоями горных пород, и обладающие гидростатическим напором. Они располагаются на больших пространствах и глубинах вне сферы воздействия местных дрен. Напорные, или межпластовые водоносные горизонты, находятся между верхними и нижними водоупорами. Воды этих горизонтов образуют мощный капиллярный слой, часто выступающий на поверхность земли и заболачивающий территории.

Искусственное подтопление территории возникает из-за нарушения естественных условий стока талых и ливневых вод, неграмотной эксплуатацией водных коммуникаций, а также строительством плотин и каналов в населенных и промышленных районах. Утечки воды из сетей водопроводов, канализации, ливнеотводящей сети приводят к повышению уровней грунтовых вод на городских и промышленных территориях.

При наличии высокого уровня грунтовых вод их контактом с основаниями и фундаментами зданий и сооружений, а также с трубопроводами различного назначения вызывает коррозионный процесс в бетонных, железобетонных и других элементах сооружений, а также деформацию оснований под ними, что в свою очередь приводит к деформации самих сооружений.

Сущность явления коррозии заключается в следующем. Подземная вода содержит в

растворе газы и различные минеральные вещества, процент содержания которых создает характер и направление агрессивного воздействия на сооружение и его основание. Под действием вод, создающих агрессивную среду, изменяются механические характеристики бетона, растет его проницаемость, возникают химические изменения. При длительном действии воды, особенно находящейся в движении, на основание процесс растворения проходит очень интенсивно, в результате чего создаются пустоты в грунтах под фундаментами. Длительное увлажнение может вызвать деформации здания.

Мероприятия для защиты зданий и сооружений от подтоплений

При защите фундаментов зданий и сооружений, находящихся под действием грунтовых вод в зоне подтопления, следует использовать гидроизоляцию. В зависимости от материала и метода ее выполнения различают следующие виды изоляции:

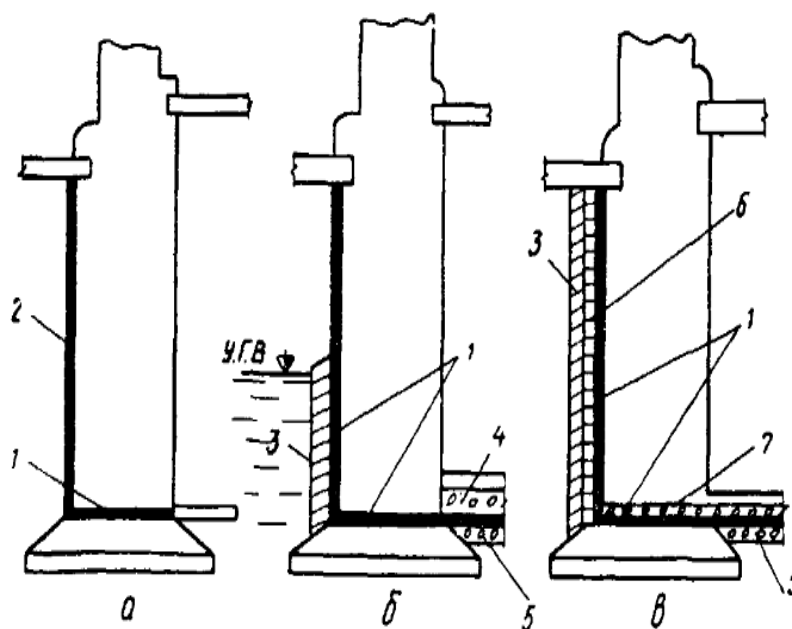
- цементно-песчаную (торкретную);
- асфальтовую;
- обмазочную;
- оклеечную изоляцию.

Обмазочная гидроизоляция – это однослойное или многослойное покрытие толщиной от миллиметра до нескольких сантимет-

ров. Применяется для наружной защиты дома от грунтовых вод, и внутренней защиты от капиллярной влаги. К обмазочной гидроизоляции относятся материалы на цементной основе, но наиболее популярны материалы на основе битумов (рисунок 1).

В результате образуется пленка, позволяющая эффективно задерживать влагу, не допуская деформации материала. Достоинство данного типа гидроизоляции фундаментов – высокая степень защиты всей поверхности. Это самый доступный метод гидроизоляции, как по цене, так и по простоте устройства.

Использование горячих битумов чаще всего характеризуется низкой ценой за квадратный метр. Это самый древний способ проведения гидроизоляции, со временем изменилось лишь количество добавок, делающих материал более эластичным и проникающим. Минусом при выборе подобного типа материала является необходимость присутствия на строительной площадке дополнительного нагревательного оборудования для перевода мастики в жидкую консистенцию и более четких соблюдения правил техники безопасности для избегания ожогов и травм. Работать с таким материалом можно при отрицательных температурах.



1 – гидроизоляционный слой; 2 – двойной слой битума (обмазка); 3 – мятая жирная глина слоем 25 см; 4 – пригрузочный слой бетона; 5 – бетонная подготовка; 6 – кладка из кирпича-железняк толщиной 12 см; 7 – железобетонная плита (при напоре грунтовых вод 50 см)

Рисунок 1 – Гидроизоляция здания с подвалом при уровне грунтовых вод: а) ниже пола подвала; б, в) выше пола подвала соответственно незначительном и значительном

Мастики на органических растворителях – это самый распространенный метод устройства битумной обмазочной гидроизоляции. В зависимости от вида выполняемых работ можно выбрать обычную битумную мастику на растворителе или битумную мастику с добавлением полимеров. Полимеры добавляют материалу дополнительные качества по эластичности, качеству сцепления с основанием, и увеличивает температурный диапазон применения материала.

Оклеечную гидроизоляцию применяют для защиты подвальных и подземных помещений от подземных вод, где другие виды изоляции оказываются недостаточно эффективными. Эта изоляция устраивается из нескольких слоев рулонного гидроизоляционного материала, наклеиваемого на ограждаемую поверхность с помощью водонепроницаемых пластичных мастик. В качестве рулонных материалов для этой цели используют пропитанные нефтяными битумами картоны (рубероид, пергамин, гидроизол), ткани (метроизол, метробит), обработанные каменноугольными смолами картоны (толь, толькожа).

В последнее время стали применять также стеклоткани и ткани из синтетических материалов (капрон, нейлон, хлорин) в соче-

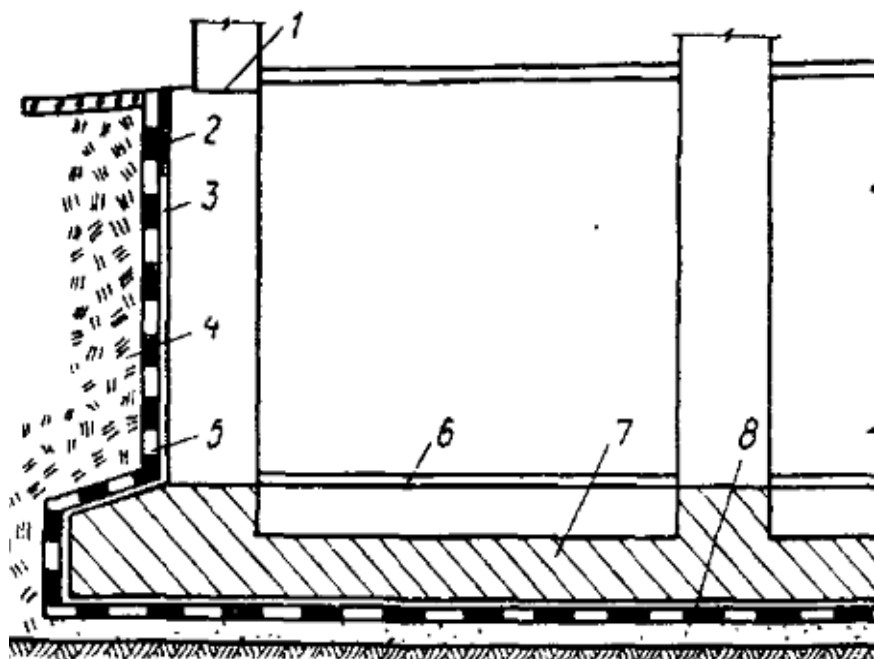
тании с эпоксидными, перхлорвиниловыми и другими синтетическими смолами. В ответственных случаях используют металлоизол, который представляет собой алюминиевую фольгу, покрытую с обеих сторон битумом.

Число слоев гидроизоляции принимают в зависимости от напора воды над уровнем подошвы пола здания

Оклеечная гидроизоляция успешно работает, если она плотно зажата между ровными поверхностями (рисунок 2). Одной из таких поверхностей служит поверхность ограждаемой конструкции, а другой — специально сооружаемый защитный слой. Серьезным недостатком оклеечной гидроизоляции является большая трудоемкость работ по ее изготовлению и невозможность эффективно ее механизировать.

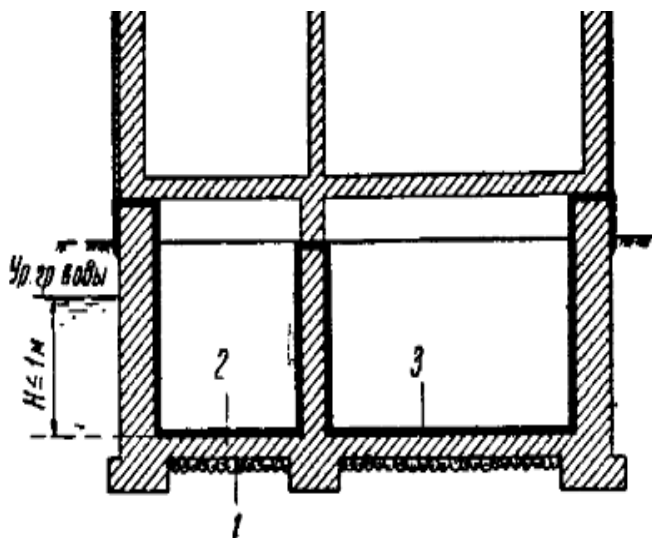
Выбор той или иной конструкции гидроизоляции производится в каждом конкретном случае с учетом конструктивных особенностей сооружения и положения уровня подземных вод.

Торкретная изоляция представляет собой покрытие защищаемой поверхности тонким слоем песчано-цементной смеси, наносимой на изолируемую поверхность цемент-пушкой (рисунок 3).



1 – противокapиллярная гидроизоляция; 2 – обмазочная изоляция; 3 – гидроизоляционная цементно-песчаная штукатурка; 4 – глиняный замок; 5 – защитная стенка; 6 – УЧП; 7 – железобетонная плита; 8 – слой асфальтобетона по грунту

Рисунок 2 – Оклеечная гидроизоляция



1 – щебеночная подготовка; 2 – бетонная конструкция; в зависимости от напора может быть армирована; 3 – цементно-песчаная водонепроницаемая изоляция

Рисунок 3 – Цементно-песчаная торкретная гидроизоляция

Для усиления водонепроницаемости в состав торкрета вводят гидрофобные или гидрофильные добавки, вызывающие уменьшение модуля упругости бетона в 1,5-2 раза, что при температурных изменениях препятствует образованию трещин в изолирующем слое.

Асфальтовую гидроизоляцию наносят на огрунтованную изолируемую поверхность сплошным слоем плотного литого или жесткого асфальтобетона. Обмазочную гидроизоляцию выполняют путем многослойного (минимум два слоя) покрытия огрунтованных ограждаемых поверхностей горячими битумными мастиками или нефтяным битумом.

Если в здании отсутствует подвал или расчетный уровень грунтовых вод расположен ниже пола подвала, то достаточно изолировать стены подвала от влаги, находящейся в грунте, и воспрепятствовать поднятию ее по стенам. При расположении грунтовых вод выше пола подвала, то наиболее целесообразно устроить дренаж, позволяющий снизить уровень грунтовой воды ниже отметки пола. Такой отвод грунтовых вод, возможно при наличии водоемов или коллекторов сточных вод, в которые можно сбросить воду, отводимую от здания.

При небольших напорах в котлован, свободный от грунтовой воды, укладывается слой мягкой глины толщиной 25 см выше бетонной подготовки на 10-15 см и производится смазка цементным раствором 1:3 с гидрозитом. Поверх смазки делается цементный

или асфальтовый пол. Наружная поверхность после промазки штукатурится. За оштукатуренную стену набивается мягкая жирная глина слоями по 25 см. Напор грунтовой воды погашается весом бетонной подготовки. Непрерывность изоляции пола и стены в песчаных грунтах достигается устройством пола подвала после возведения стен. В глинистых (связных) грунтах осадка может длиться продолжительное время, а поэтому для непрерывности изоляции устраивается замок из битума с паклей.

Борьба с подтоплениями имеет большое значение в строительстве и эксплуатации зданий и сооружений. При подъеме грунтовых вод. происходит подтопление подвальных помещений и коммуникаций, что ведет к снижению несущей способности грунтов, нарушая нормальную эксплуатацию зданий и сооружений. Стоит отметить, что при проектировании инженерной защиты от подтопления следует определять целесообразность использования систем инженерной защиты в целях улучшения водообеспечения и водоснабжения, эксплуатации промышленных и коммунальных объектов.

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.

Ердаков Е.Е. – магистрант ФГБОУ ВО АлтГТУ им. И.И. Ползунова.