

$$P(L) = \frac{\exp\left(-\frac{L - \alpha(v_m)}{\beta(v_m)}\right)}{1 + \exp\left(-\frac{L - \alpha(v_m)}{\beta(v_m)}\right)} \bigg|_{v_m=\{0, \dots, 6\}, \text{м/с}} \quad (4)$$

где $\alpha(v_m)$ и $\beta(v_m)$ параметры распределения для фиксированных значений скоростей перемещения человека $v_m = \{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6\}$ м/с.

Если принять скорость бега для работников промышленно-производственного персонала – 5 м/с и учесть все вышесказанное, потенциальный риск поражения человека при реализации сценария максимальной запроектной аварии – квазимгновенное разрушение наземного вертикального резервуара с формированием гидродинамической волны прорыва – описывается следующим выражением:

$$R(L) = \lambda_A \frac{\exp\left(-\frac{L - \alpha(v_m)}{\beta(v_m)}\right)}{1 + \exp\left(-\frac{L - \alpha(v_m)}{\beta(v_m)}\right)} \bigg|_{v_m=5\text{м/с}} \quad 1/\text{год} \quad (5)$$

Далее на основе формулы (5) осуществляется картирование потенциального риска: для фиксированных значений $R(L)$ на план территории рассматриваемого потенциального объекта наносятся изолинии равного риска. Картирование потенциального риска позволяет делать выводы о рациональности размещения объекта, эффективности организационных и управленческих решений, направленных на предупреждение и ликвидации аварий.

УДК 504.058

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ПРИ ЗАТОПЛЕНИЯХ

Яровенко А.А., Бочанов Э.С., Ключников Д.А.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Дальневосточный федеральный университет»

Подтопление - это природно-социальное явление, вызванное увеличением влажности почв и грунтов. В результате резко ухудшается жизнедеятельность растений, разрушаются фундаменты сооружений и происходит ряд сопутствующих опасных нарушений геологической среды, что в конечном счете приводит к громадному эколого-экономическому ущербу. Предупреждение подтопления и ликвидация его последствий требуют значительных капиталовложений.

Как правило, подтопление обусловлено нарушением естественного

водного режима территории в результате хозяйственной деятельности, что приводит к превышению приходных статей водного баланса над расходными. Причины подтопления территорий многообразны и достаточно хорошо изучены [2]. Основными из них следует считать следующие [1]:

- потери воды из водонесущих коммуникаций и водосодержащих емкостей;
- нарушение естественных условий поверхностного стока при недостаточном развитии ливневой канализации;

- большое водопотребление и недостаточное развитие (а иногда и полное отсутствие) канализации в домах частного сектора;

- нарушение естественных путей дренирования подземных вод вследствие барражного эффекта свайных оснований, заглубленных конструкций, уплотненных зон под железными и шоссейными дорогами с вибрационным характером воздействия на грунты;

- неумеренные поливы зеленых насаждений в летний период; конденсационные явления на участках, где нарушен естественный процесс испарения (под зданиями, асфальтовым покрытием улиц и площадей и др.).

При подтоплении территорий изменяются не только уровни подземных вод, но и их гидрохимический режим, влажностный и солевой режимы грунтов зоны аэрации, прочностные свойства грунтов, почвообразовательные процессы и др. Таким образом, проблему подтопления следует рассматривать как комплексную, приводящую к изменению природных условий.

Среди многочисленных искусственных факторов подтопления наиболее распространены являются следующие [2]:

- засыпка оврагов, балок, мелких рек, ручьев и других естественных водотоков, служащих естественными дренами для грунтовых и поверхностных вод, без проведения соответствующих инженерных мероприятий в виде укладки дренажей. Все это ведет к накоплению на поверхности вод, их инфильтрации в породы и пополнению водоносных горизонтов. При этом может происходить подпор грунтовых вод, которые ранее дренировались существующими естественными дренами, что также вызывает повышение их уровня;

- эксплуатация оросительных гидромелиоративных систем, приводящая к изменению водного режима, особенно в засушливых районах, в которых искусственным орошением охвачены значительные площади;

- снегозащитные полосы, в определенных условиях способствующие повышению уровня грунтовых вод (УГВ);

- разработка котлованов, траншей и других земляных сооружений, приводящая к накоплению поверхностных вод и частичному переводу их в подземные вследствие длительного разрыва между земляными и строительными работами, в течение которого идет накопление атмосферных осадков в открытых выработках. Эти воды, постоянно проникая в породы, вызывают их обводнение и повышение УГВ. На застроенных территориях этому способствует барражный эффект;

- срезка почвенного и растительного покрова и выкорчевывание пней, облегчающие проникновение в породы поверхностных вод по открытым порам, а также способствующие сохранению влаги в породе за счет уменьшения транспирации ее растениями. Обнажение поверхности и пересечение пор в породе вызываются ее срезкой при планировке территории или террасировании.

При этом особенно интенсивно происходит обводнение макропористых пород благодаря вертикальной направленности их пор: планировка подсыпкой, способствующая накоплению влаги в насыпных грунтах за счет большей их проницаемости, вследствие нарушения структуры и за счет конденсации водяных паров на границе с грунтами ненарушенной структуры;

отсутствие или незавершенность вертикальной планировки на застраиваемой территории, что создает условия для накопления на ее поверхности атмосферных вод. Аккумулируясь в пониженных участках микрорельефа, задерживаясь различными отвалами, строительным мусором и т.п., поверхностные воды просачиваются в грунты оснований, накапливаются в них, с течением времени стекают на водоупор или в водоносный горизонт, вызывая пополнение подземных вод, повышение их уровня или формирование нового водоносного горизонта;

инфильтрация поверхностных вод через обратные засыпки пазух котлованов и траншей, обычно слабоуплотненных, а также через грунты: планировочных подсыпок с нарушенной структурой, являющаяся причиной повышения уровня грунтовых вод на территориях предприятий с большим водопотреблением. Инфильтрация дождевых и талых вод также приводит к повышению уровня грунтовых вод на территориях городов и предприятий с сухим технологическим процессом, даже если потери производственных вод в грунт исключены (например, на территориях элеваторов).

На сегодняшний день достаточно хорошо известен механизм воздействия факторов подтопления на гидрогеологические условия и другие элементы окружающей среды [3]. В естественных условиях величина инфильтрационного питания находится в равновесии с испарением, что обеспечивает относительно стабильный режим грунтовых вод. При освоении территории естественный режим грунтовых вод нарушается: приход влаги начинает превышать расход, в результате чего происходит ее накопление в массиве породы, приводящее к подтоплению. Претерпевают изменения и сами факторы (например, температура воздуха, влажность, температура грунта и др.) и условия формирования режима грунтовых вод на застраиваемых территориях.

Основными причинами перегрева города являются снижение прозрачности атмосферы, уменьшение величины альбедо застроенной поверхности, затрудненный воздухообмен. В свою очередь температура воздуха определяет температурный режим грунтов, от которого зависят условия питания грунтовых вод, интенсивность снеготаяния, испарение снежного покрова и воды с поверхности Земли, из грунтов зоны аэрации, с уровня грунтовых вод, перемещение влаги под влиянием температурных градиентов.

В пределах застраиваемых территорий резко меняется воздействие лучистого потока на поверхность грунта. Территория, застроенная высотными домами, затенена, под зданием исключается действие прямой, рассеянной и длинноволновой радиации. Значительные площади занимают асфальтобетонные покрытия, которые по теплофизическим характеристикам отличаются от естественных грунтов. Это обуславливает некоторые особенности их радиационного и теплового баланса.

На подъем уровней подземных вод влияют также свайные фундаменты зданий и сооружений. Свайные поля вызывают подпор грунтовых потоков

(барражный эффект), замедляют растекание сформировавшихся куполов подземных вод и, наоборот, ускоряют подъем их уровней при действии дополнительного инфильтрационного питания, увеличивают продолжительность существования сезонной верховодки в покровных слабопроницаемых отложениях и др.

На застроенных территориях существенно изменяется баланс подземных вод.

В городах, особенно на участках с современной застройкой, приходные статьи водного баланса при соответствующих гидрогеологических условиях обычно превосходят расход, что приводит к подтоплению. При этом под действием новых (искусственных) режимобразующих факторов формируется техногенная верховодка и даже техногенные водоносные горизонты с искусственным режимом.

Снижение испарения с поверхности уровня грунтовых вод на застроенных территориях происходит из-за экранирования поверхности грунтов различными строениями, сооружениями. Причинами снижения испарения могут быть поверхности, покрытые асфальтом и бетоном, а также увеличение минерализации грунтовых вод.

Накопление влаги под зданиями и различными сооружениями может происходить вследствие разности температур грунтов основания и грунтов окружающей территории. Это разница может достигать 4-6°C. При таком перепаде температур наблюдается передвижение паров за счет диффузионного и вакуумного механизмов миграции из более теплых зон к холодным с последующей их конденсацией, которая идет практически непрерывно до появления свободной воды.

Увеличение инфильтрационного питания грунтовых вод в связи с застройкой является одной из главных причин возникновения процесса подтопления [1]. На территории селитебных зон дополнительная инфильтрация воды в грунт обусловлена утечками из следующих элементов систем водонесущих коммуникаций:

- в хозяйственно-питьевом водопроводе - головные сооружения (водозаборные узлы с резервуарами), сетевые сооружения (регулируемые узлы с резервуарами, насосные станции П-го подъема), коммуникации;

- в бытовой канализации - сетевые сооружения (насосные станции с резервуарами), коммуникации;

- в дождевой канализации - сети и пруды-отстойники на устьевых участках;

- в теплосети - коммуникации.

На территории промышленных предприятий дополнительная инфильтрация воды в грунт обусловлена утечками из следующих элементов систем:

- промышленные оборотные системы - пруды-охладители, водохранилища, брызгальные бассейны, градирни, резервуары, насосные станции, коммуникации;

- бытовая и промышленная канализация - сборные и регулирующие емкости, очистные сооружения, включая иловые площадки, хвостохранилища, сети;

- хозяйственно-питьевой водопровод - сети и регулирующие емкости;

промышленное водоснабжение - водотоки, сети; дождевая канализация - коммуникации, пруды-регуляторы, пруды-отстойники;

теплоснабжение - коммуникации, гидрозолоотвалы ТЭЦ, элементы оборотных систем.

Подтопление является неизбежным для застраиваемых территорий, сложенных слабопроницаемыми грунтами, и при отсутствии предупредительных и защитных мероприятий. Оно наносит большой материальный ущерб за счет деформаций и разрушений зданий, подземных коммуникаций и дорог, нарушения нормальной работы промышленных предприятий и т.д.

Негативные явления, возникающие в процессе подтопления, можно классифицировать следующим образом:

изменение несущей способности грунтов оснований вследствие изменения их физико-механических свойств;

возникновение неблагоприятных инженерно-геологических процессов и явлений (пучение, набухание грунтов и т.п.);

повышение сейсмической опасности по мере обводнения грунтов; усиление коррозионной активности грунтов;

ухудшение санитарно-гигиенических условий внутри заглубленных помещений.

Мероприятия по борьбе с подтоплением сводятся в основном к дренированию слабопроницаемых и слоистых грунтов застроенных территорий, т.е. к сбору и отводу воды из водонасыщенного грунта. Целью дренирования застроенных территорий является защита конструкций зданий и сооружений от повреждения грунтовыми водами и в отдельных случаях - защита от изменения внутреннего микроклимата заглубленных помещений. Начиная с 50-х годов борьба с подтоплением развивается по пути совершенствования конструкций дренажей [3]. Сегодня наиболее актуальны три направления: внедрение новых (специальных) способов дренирования; применение новых материалов; разработка новых конструкций.

Изменение масштабов подтопления существенно смещает аспекты решения этой проблемы. В классической задаче: как наиболее дешевым способом предотвратить вызванную подъемом уровня грунтовых вод порчу подземных коммуникаций и фундаментов на площади, например, 500х300 м, - основным является вопрос конструкции дренажа и правильный расчет его работы. Если же площадь, на которой требуется водопонижение, измеряется десятками и сотнями квадратных километров, то на первое место выходит сугубо водохозяйственная проблема - куда сбрасывать громадное количество откаченной воды. Эта вода характеризуется повышенными концентрациями сульфатов, хлоридов, соединений азота, многих металлов и др., хотя на отдельных участках развиты воды литьевого качества [2]. Большинство технических нужд, как правило, может быть удовлетворено за счет откачиваемых вод, но это потребует определенной перестройки водного хозяйства городов.

Таким образом, сегодня проблему подтопления надо решать как водохозяйственную, включающую в себя ряд проблем второго уровня, о которых говорится давно, но реальных шагов пока не предпринимается.

Назовем основные из этих проблем:

- ✓ создание математических моделей подземной гидросферы урбанизированных территорий;
- ✓ оптимизация водного хозяйства городов, включающего блоки водоотлива метростроя, отвода воды с подтопляемых территорий, организации децентрализованного и резервного водоснабжения на базе подземных вод;
- ✓ учет при управлении подземной гидросферой инженерно-геологических, экологических (состояние свалок, санитарное состояние парков и т.д.) аспектов, вопросов взаимодействия с поверхностными водами, атмосферой, биообъектами и т.д.

ЛИТЕРАТУРА

1. Яровенко А.А., Бочанов Э.Я., Цибилов В.Д., Ключников Д.А. Экологическое состояние водотоков урбанизированной территории (на примере г. Уссурийска). В сборнике: Современная наука: проблемы и пути их решения. Сборник материалов Международной научно-практической конференции. Западно-Сибирский научный центр; Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева. 2015. С. 272-275.
2. Жигайлов К.С., Панкова Т.С., Ключников Д.А. Гидрологический режим урбанизированных территорий. Человек и природа: грани гармонии и углы соприкосновения. 2013. № 1. С. 217-222.
3. Яровенко А.А., Бочанов Э.С., Ключников Д.А. Критерий рациональности природопользования / Сборник материалов III Молодежного Экологического Форума. 2015. С. 92.

УДК 734.75.012

НЕФТЯНЫЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ: ПОСЛЕДСТВИЯ ДЛЯ ЭКОЛОГИИ И МЕТОДЫ ИХ ЛИКВИДАЦИИ

Сивец В.А., Беловоленко А.Е.

*Белорусский государственный университет,
военный факультет*

В настоящее время нефть и нефтепродукты признаны главными загрязнителями окружающей среды. Даже при современных достижениях по охране окружающей среды загрязнение нефтью в процессе ее добычи, транспортировки и хранения остается проблемой не решенной.

Причин нефтяного загрязнения морей много. Очень часто нефть попадает в воду при разведке и добыче с плавучих или стационарных буровых, работающих на прибрежном шельфе.

Наибольшие потери нефти связаны с ее транспортировкой из районов добычи. Аварийные ситуации, слив за борт танкерами промывочных и балластных вод, - все это обуславливает присутствие постоянных полей загрязнения на трассах морских путей. К наиболее масштабным загрязнениям приводит разлив нефти. Разлив нефти – попадание нефти в окружающую среду в результате действий человека.

Ликвидация аварийных разливов нефти, ЛАРН – Комплекс мероприятий,

