

Типизация условий сооружения лучевых дренажей на подтопляемых территориях

Typification of conditions for construction of radial drains in flooded areas

Хрянина О.В.

Канд. техн. наук, доцент кафедры «Геотехника и дорожное строительство»
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства»,
г. Пенза
e-mail: olgahryanina@mail.ru

Hryanina O.V.

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department "Geotechnics and road construction", Penza State University of Architecture and Construction, Penza
e-mail: olgahryanina@mail.ru

Круглова М.А.

Бакалавр кафедры «Геотехника и дорожное строительство», ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства», г. Пенза

Kruglova M.A.

Bachelor's Degree Student, Department "Geotechnics and Road Construction", Penza State University of Architecture and Construction, Penza

Куряева А.М.

Бакалавр кафедры «Геотехника и дорожное строительство», ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства», г. Пенза

Kuryaev A.M.

Bachelor's Degree Student, Department "Geotechnics and Road Construction", Penza State University of Architecture and Construction, Penza

Радаев В.А.

Бакалавр кафедры "Геотехника и дорожное строительство", ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства», г. Пенза

Radaev V.A.

Bachelor's Degree Student, Department "Geotechnics and Road Construction", Penza State University of Architecture and Construction, Penza

Аннотация

Рассматривается возможность устройства лучевого дренажа на подтопляемых территориях в стеснённых условиях городской застройки. Выполнена типизация условий сооружения лучевого дренажа. Подробно рассмотрены его преимущества и недостатки.

Ключевые слова: подтопление, лучевой дренаж, типизация условий.

Abstract

The possibility of radiation drainage in flooded areas in the cramped conditions of urban development is being considered. The typification of the conditions for the construction of radiation drainage has been performed. Its advantages and disadvantages are examined in detail.

Keywords: flooding, radiation drainage, typification of conditions.

Размах жилищного строительства, увеличение числа промышленных предприятий, увеличение водопотребления и водосброса ведут к усилению нарушений природного баланса поверхностных и подземных вод, к изменению гидрогеологической обстановки территорий, что, в свою очередь, приводит к нарушению условий, необходимых для нормальной эксплуатации зданий и сооружений [1, 2]. Поэтому эти территории нуждаются в инженерной защите от подтопления грунтовыми водами. Защитные мероприятия проводятся с целью общего или локального (для защиты отдельных зданий, сооружений, коммуникаций) понижения уровня грунтовых вод на городских территориях [3].

В большинстве случаев техническая специфика городских территорий (компактность застройки, концентрация коммуникаций и подземных сооружений, ограничение радиуса влияния типичных дренажных систем) создает значительные трудности при устройстве дренажных траншей, трубчатых дрен, водопонижительных скважин и т.п., что существенно ограничивает возможности их использования. Кроме этого, трудности сооружения и эксплуатации дренажей на застроенной территории связаны в свою очередь с трудностью организации стройплощадки, с размещением оборудования и производством строительно-монтажных работ, использованием подъездных путей и т.д. В некоторых случаях при устройстве на городских территориях горизонтального дренажа трубчатого типа необходим демонтаж водопроводных, газовых, канализационных сетей, теплотрассы, шламопроводов и других подземных коммуникаций, а также поиск площадок для складирования грунтов. Это приводит к увеличению капитальных затрат на устройство дренажа и нарушению нормальных условий эксплуатации объектов.

Проведение работ по устройству горизонтального дренажа открытым способом на автомобильных дорогах и городских улицах влечет за собой прекращение движения транспорта, повреждение зеленых насаждений, нарушение благоустройства, что требует значительных средств на восстановление. Повышенными затратами и сложностью ведения работ отличается проходка траншей горизонтального дренажа в зимнее время, когда требуется разрыхлять большие объемы мёрзлого грунта вблизи существующих сооружений и действующих коммуникаций.

Осушение слабопроницаемых грунтов вертикальными скважинами достигается только при частом их расположении на расстоянии от 5 до 15 м друг от друга. Это осложняет размещение скважин, а также их эксплуатацию. При значительных в плане размерах защищаемых объектов невозможно снизить уровень подземных вод с помощью системы водопонижающих скважин.

В связи с отсутствием эффективных способов борьбы с затоплением и подтоплением городских территорий применяется способ инженерной защиты зданий и сооружений от подтопления подземными водами, основанный на применении систем лучевых дренажей. Их устройство возможно в условиях плотной застройки, поскольку для проходки шахтных стволов требуется малая площадь отчуждения полезной территории. Основное преимущество применения лучевого дренажа в стеснённых условиях городской территории в том, что при его сооружении не требуется производить демонтаж различных подземных коммуникаций и остановку производственных цехов.

К числу других преимуществ лучевого дренажа с гидрогеологической и инженерно-производственной точек зрения относятся:

1. Горизонтальное или слабонаклонное расположение лучевых дренажных скважин, позволяющее эффективно осуществлять водоносные горизонты малой мощности до максимальной его производительности.

2. Снижение уровня подземных вод практически до кровли водоносного горизонта, обеспечивающее высокую производительность лучевого дренажа, которая может значительно превышать производительность большого числа вертикальных скважин.

3. Высокая производительность работы лучевого дренажа в грунтах с различными фильтрационными свойствами в разрезе, обусловленная тем, что лучевые горизонтальные дренажные скважины проходят в наиболее водообильном слое. Это обеспечивает наилучшую возможность захвата подземных вод, поскольку весь слой представляет собой дренаж в водоносной толще.

4. Способность работать в режиме сброса дренажных вод, при котором не расходуется электроэнергия для отвода воды из лучевых скважин в шахтный ствол.

5. Малый расход электроэнергии на откачку дренажных вод при лучевом дренаже, позволяющий использовать существующие силовые электрические сети на городской территории без строительства дополнительных ЛЭП.

6. Возможность установки небольшого числа водоотливных насосов и применения центробежных насосов с горизонтальным валом, которые имеют большую производительность и более высокий КПД, чем насосы вертикального типа.

7. Высокая производительность лучевого дренажа вследствие работы фильтров главным образом в затопленном положении, доступность их промывки, а при необходимости и замены.

8. Возможность дренирования грунтов на труднодоступных участках, например, под зданиями и сооружениями, в основании которых нередко формируется куполовидное поднятие подземных вод.

9. Небольшой расход дренажных вод при дренировании слабопроницаемых грунтов, позволяющий отводить их в ливневую или промышленную канализацию без строительства дополнительных водоотводных сетей и насосных станций. В определённых геолого-гидрогеологических условиях городских территорий небольшой расход лучевого дренажа может стать решающим фактором в выборе его для защиты зданий и сооружений от подтопления подземными водами.

10. Установка насоса в шахтном стволе на отметке заложения лучевых горизонтальных дренажных скважин, позволяющая использовать его всасывающую способность для вакуумирования дренируемых грунтов, что повышает их водоотдачу и увеличивает эффективность понижения уровня подземных вод.

Лучевой дренаж может применяться как для общего площадочного дренирования, так и для локальной защиты зданий и сооружений от подтопления подземными водами. В условиях дренирования промышленных площадок с высокой плотностью застройки он конкурентоспособен по отношению к горизонтальному дренажу траншейного типа, а чаще становится единственно возможным способом дренажа.

К основным конструктивным элементам лучевого дренажа относятся шахтный ствол, лучевые скважины, оборудованные фильтрами, и насосная станция.

Шахтный ствол служит для сооружения из него лучевых горизонтальных дренажных скважин и сбора дренажных вод, поступающих самотёком из лучевых скважин. При сооружении лучевых скважин нижняя часть шахтного ствола выполняет роль зумпфа для накопления бурового шлама, а при эксплуатации лучевого дренажа она служит резервуаром для дренажных вод, поступающих из лучевых скважин [4].

Лучевые скважины служат для вскрытия водоносного слоя и отвода дренажных вод в шахтный ствол. Их можно оборудовать различными типами фильтров. Насосная станция предназначена для откачки дренажных вод и отвода их за пределы дренируемой территории города.

Можно выделить три типа условий для применения лучевого дренажа: благоприятные, менее благоприятные и неблагоприятные.

Выделенные типы условий отличаются геологическим разрезом подтапливаемых территорий, числом слоёв в разрезе, коэффициентом фильтрации дренируемых грунтов, размерами занимаемых зданий и сооружений, конструкцией фундаментов и расположением их по отношению к водоупору. Для каждого из выделенных типов характерны следующие условия применения лучевого дренажа.

Первый тип. Подтапливаемое здание или сооружение шириной не более 150 м имеет ленточный или сплошной фундамент, подошва которого находится примерно на одной отметке, расстояние от водоупора превышает 1,5–2 м. В этом случае возможно сооружение лучевых скважин на одном уровне, а ширина здания позволяет полностью защитить его от подтопления грунтовыми водами системой взаимно перекрывающихся лучевых скважин. Расположение подошвы фундамента от водоупора на расстоянии более 1,5–2 м обеспечивает заглубление лучевых скважин под уровень грунтовых вод, достаточное для эффективной их работы при коэффициенте фильтрации дренируемых грунтов 0,3 м/сут.

Особенно эффективен лучевой дренаж, если обводненная толща состоит из двух слоёв, т.е. когда слабопроницаемые лессовидные суглинки залегают на хорошо проницаемых песках, подстилаемых глинами. Такой разрез характерен для некоторых районов, перечисленных выше. Заложение лучевых скважин в песчаный пласт позволит наиболее полно сдренировать как его, так и покрывающие лессовидные суглинки. При этом песчаный пласт как бы представляет собой дренаж по отношению ко всему водоносному горизонту. Наряду с этим, техническая и экономическая эффективность работы лучевых дренажей будет выше, если их шахтные стволы будут закладываться в вершинах куполов водоносного горизонта. В этих случаях лучевой дренаж заметно снизит или позволит полностью устранить излишнюю подпитку водоносного горизонта, предотвращая повышение уровня подземных вод на обширной части подтопляемой территории, тем самым гарантируя защиту от подтопления зданий и сооружений.

Второй тип. Отличается от первого менее благоприятными условиями для применения лучевого дренажа. Ухудшение условий связано со снижением водонепроницаемости пластов, увеличением ширины здания или сооружения до 200 м, наличием столбчатых фундаментов с неодинаковой отметкой их заложения, приближением фундаментов к водоупору. Так снижение водонепроницаемости грунтов может потребовать, например, наложения вакуума при их осушении. Увеличение размеров здания и сооружения в плане будет затруднять его защиту лучевыми скважинами, так как они имеют ограниченную длину проходки.

Неодинаковая глубина заложения подошвы фундаментов вызовет рост глубины сооружения лучевых скважин. Приближение же фундаментов к водоупорному пласту не будет обеспечивать заглубление лучевых скважин под уровень грунтовых вод, необходимых для их эффективной работы.

Типизация условий сооружения лучевых дренажей на подтопляемых территориях

Тип условий	Наименование обводненных грунтов	Число водоносных слоев в разрезе	Коэффициент фильтрации грунта, м/сут	Ширина подтапливаемого здания, сооружения, м	Конструкция фундамента	Разность в отметках заложения подошвы фундамента, м	Расстояние от подошвы фундамента до водоупора, м	Заглубление скважин под уровень грунтовых вод, м
Благоприятные	Пески, супеси, лессовидные суглинки, лессы	1-2 (нижний более проницаемый)	>0,3	150	Ленточный сплошной	Отсутствует	1,5-2,0	>2
Менее благоприятные	Лессы, лессовидные суглинки различной плотности	>2	<0,3	150-200	Столбчатый	<10	<1,5	1,5-2
Неблагоприятные	Пески суглинки, лессы; переслаивание хорошо проницаемых и водоупорных слоев; грунты с галечниковыми включениями	>2	От низких до высоких значений	Не ограничена	Ленточный, сплошной, столбчатый Свай-стойки Висячие сваи	Не ограничена	Фундамент расположен на водоупоре. Основание свай находится на водоупоре. Не ограничена	-

Третий тип. Данный тип условий, характеризующийся как неблагоприятный, ограничивает применение лучевого дренажа на подтопляемых территориях. Это вызвано расположением фундаментов всех конструкций на водоупоре или наличием фундаментов из висячих свай значительной длины от 10 до 20–30 м, хотя водонепроницаемость обводненных грунтов в этих условиях может быть достаточно высокой. При наличии свайных полей отсутствуют возможности для сооружения лучевых скважин под зданиями или сооружениями на необходимые глубины и в нужном направлении.

Практически при сооружении лучевых дренажей и защите подтапливаемых объектов длина лучевых скважин не превышает 100 м. Предполагаемая типизация, безусловно, нуждается в уточнении и дополнении, но даже и в представленном виде она позволит более надежно решать вопросы и принимать более правильные проектные решения по использованию лучевых дренажей на подтапливаемых городских территориях.

Выводы. Итак, подтопление – весьма распространенное взаимодействие подземных вод на здания и сооружения. В условиях интенсивного развития промышленного, гражданского и мелиоративного строительства процессы подтопления городских территорий развиваются всё шире и шире. В результате подъема грунтовых вод происходит подтопление подвалов и технических подполий зданий, подтопление трасс подземных коммуникаций (в том числе и проходных и полупроходных каналов), заглубленных сооружений, что в значительной степени затрудняет их эксплуатацию, а в некоторых случаях даже делает её невозможной. Кроме того, заметно снижаются сроки службы заглубленных конструкций и сооружений, возникает необходимость в их преждевременном ремонте. В связи с этим проблема защиты городских территорий от подтопления приобретает всё большее народнохозяйственное, социальное и экономическое значение.

Литература

1. *Воронин А.А.* Гидрогеологическое обоснование и разработка способов осушения бортов карьеров с применением горизонтальных дренажных скважин: дисс. на соискание уч. степени кандидата технических наук. – М., 2016.
2. *Хрянина О.В., Кошкина Н.В., Мальков А.И.* К вопросу о подтоплении территории //Актуальные проблемы современного фундаментостроения с учетом энергосберегающих технологий: материалы VI Всероссийской научно-практической конференции. Пенза: Изд-во ПГУАС, – 2015. – С. 76–84.
3. СП 116.13330.2012. Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 22-02-2003.
4. Руководство по проходке горизонтальных скважин при бестраншейной прокладке инженерных коммуникаций / ЦНИИОМТП Госстроя СССР. – М.: Стройиздат, 1982.