

УДК 628.3

**Выбор и обоснование технических решений по обращению с
поверхностными сточными водами на селитебных территориях
городов**

Шавейко К.Н., Крицкая Т.А.

Научный руководитель Дубенок С.А., к.т.н.

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Целью научного исследования является анализ технических решений по обращению с поверхностными сточными водами на территориях населенных пунктов и разработка концепции системы поддержки принятия решений при проектировании и выборе технологии по обращению с поверхностными сточными водами на селитебных территориях.

Национальное законодательство в области обращения с поверхностными сточными водами (дождевыми и талыми) на территориях населенных пунктов ориентировано, в основном, на максимальный сбор дождевых и талых вод с твердых покрытий в закрытую систему дождевой канализации и последующий сброс этих сточных вод в ближайшие водные объекты с их предварительной очисткой или без очистки. При этом поверхностные сточные воды с территорий промплощадок предприятий в большинстве случаев могут использоваться на производственные нужды, а поверхностные сточные воды с селитебных территорий при соответствующих архитектурно-планировочных решениях, могут максимально сохраняться в пределах городского ландшафта, обеспечивая его естественное увлажнение и оптимизацию температурного режима городской среды.

Согласно СН 4.01.02-2019 [1], степень очистки поверхностных сточных вод следует определять в зависимости от условий их отведения в системы водоотведения населенных пунктов. При сбросе поверхностных сточных вод в окружающую среду степень их очистки следует принимать в соответствии с требованиями законодательства об охране и использовании вод. То есть в законодательстве закреплён вариант очистки поверхностных сточных вод с территорий населенных пунктов и их сброс через систему дождевой канализации в водный объект, исключая эффективное использование этого ресурса на территории города.

Однако тенденции последних десятилетий в части выпадения атмосферных осадков указывают, что интенсивность в тёплый период года значительно возросла, что приводит к существенным проблемам в

городах с высокой плотности застройки. Строительство зданий, дорожной сети, парковок и стоянок, асфальтирование больших площадей ускоряют прохождение поверхностных сточных вод, и пропускная способность систем дождевой канализации оказывается неспособной пропускать катастрофические быстро сформировавшиеся максимальные расходы дождевого стока.

Одним из решений проблемы является развитие системы «синей» и «сине-зеленой» инфраструктуры, как альтернативы «серой» инфраструктуре или общепринятой системе закрытой (подземной) дождевой канализации [2-5].

«Синяя» инфраструктура представляет собой комплекс различных гидротехнических сооружений для сбора и удержания дождевых и талых вод, причем эти сооружения конструктивно максимально близки к естественным водным объектам и интегрированы в городские территории.

«Сине-зеленая» инфраструктура представляет собой сочетание элементов синей инфраструктуры с различными видами и формами растительности (деревья, кустарники, травяной покров, газоны) в пределах городской территории.

В настоящее время в развитых странах осуществляется активное инвестирование средств в «синюю» и «сине-зеленую» инфраструктуру с целью восстановления способности компонентов окружающей среды удерживать воду там, где она выпадает, и использовать ее как ресурс. Вместо сбора, транспортировки и очистки дождевых и талых вод на очистных сооружениях, расположенных в нижней части больших зон канализования отдельных городских районов, и последующего её сброса в водные объекты в пределах городской черты, предлагаемые подходы позволяют решать проблему с помощью небольших экономических элементов ландшафта, расположенных в пределах небольших зон канализования.

Проведенные авторами исследования в данной области показали, что внедрение принципов «синей» и «сине-зеленой» инфраструктуры в Республике Беларусь должно одновременно осуществляться по нескольким направлениям:

- институциональное: развитие национального законодательства в области архитектурной, градостроительной и строительной деятельности и законодательства в области охраны окружающей среды в части обращения с поверхностными сточными водами на территориях населенных пунктов;

- производственно-технологическое: развитие производства соответствующего оборудования и материалов для инженерного благоустройства и последующего обслуживания объектов «синей» и «сине-зеленой» инфраструктуры на городской территории;

- информационно-просветительское: повышение информированности всех заинтересованных об экологических и социальных преимуществах «синей» и «сине-зеленой» инфраструктуры на городской территории [6].

Важным элементом внедрения концепции «синей» и «сине-зеленой» инфраструктуры является информационная поддержка. Такая поддержка может быть реализована путем создания системы поддержки принятия решений при проектировании и выборе технологии по обращению с поверхностными сточными водами на территориях городов.

Для разработки системы поддержки принятия решений при проектировании и выборе технологии по обращению с поверхностными сточными водами на жилых территориях городов необходимо решить следующие основные задачи:

1. Разработать структуру системы поддержки принятия решений при проектировании и выборе технологии по обращению с поверхностными сточными водами;
2. Описать содержание компонентов (элементов) системы и условия формирования информации в каждом компоненте;
3. Сформировать информацию для наполнения разделов системы;
4. Создать информационный ресурс (платформу, сайт), на котором будет функционировать система.

Авторами предлагается следующая укрупненная структура системы поддержки принятия решений при проектировании и выборе технологии по обращению с поверхностными сточными водами, состоящая из пяти разделов.

Раздел «Законодательство по обращению с поверхностными сточными водами» будет включать национальное законодательство в области архитектурной, градостроительной и строительной деятельности, в области охраны окружающей среды, в области санитарно-эпидемиологического благополучия населения, а также международное законодательство в данной области.

Раздел «Объекты «синей» инфраструктуры. Описание и основные характеристики», который будет включать описание технологии проектирования таких элементов «синей» инфраструктуры, как «мокрые пруды», «сухие пруды», инфильтрационные пруды, водопроницаемые покрытия тротуаров, парковок и стоянок, придорожные каналы и др.

Краткое описание наиболее часто используемых элементов «синей» инфраструктуры приведено ниже.

Бассейны удержания. Сухие пруды

Такие технические решения предназначены для временного удержания поверхностных сточных вод (на срок до 48 часов). В бассейнах удержания типа «сухой пруд» не должно быть постоянного наполнения воды между

периодами выпадения атмосферных осадков, как правило, они организуются на фильтрующих почвах или с фильтрующим дном [4].

Бассейны удержания. Мокрые пруды

Такое техническое решение представляет собой искусственный пруд с растительностью по периметру с постоянным заполнением водой. Он используется для управления поверхностными сточными водами, для защиты от подтоплений прилегающей территории, для борьбы с эрозией, а также для использования в качестве искусственного водно-болотного угодья [4].

Бассейны удержания. Инфильтрационные пруды

Бассейны удержания типа «инфильтрационный пруд» организуются на фильтрующих почвах или с фильтрующим дном. Конструктивно такие сооружения организуются аналогично бассейнам удержания типа «мокрый пруд» с использованием на дне фильтрующего слоя и организации (при необходимости) переливной или дренажной системы для отведения избыточных объемов поверхностных сточных вод. Это сооружение используется для управления поверхностными сточными водами, предотвращения подтоплений территории, а также для улучшения качества воды в поверхностном водном объекте при поступлении в него воды из данного пруда. По сути, это неглубокий пруд, предназначенный для фильтрации поверхностных сточных вод через проницаемые грунты [3].

Дренирующее покрытие

Дренирующее покрытие тротуара может использоваться на пешеходных и велосипедных путях, а также на примыкающих к проезжей части парковках для улучшения пропускной способности грунта. Примерами дренирующих покрытий могут быть: дренирующий асфальтобетон, дренирующий бетон, дренирующие тротуарные плитки, несплошные плитки с заполнением полости грунтом, укрепление грунта георешетками и другие материалы, которые обеспечивают инфильтрацию ливневых вод непосредственно под поверхностью покрытия улицы и могут наноситься на любую часть улицы при условии соответствующих условий на поверхности и под поверхностью. Подобные решения в виде георешеток и дренирующей тротуарной плитки уже используются в Беларуси и, как показывает практика, являются достаточно экономичным и практичным решением, которое способно значительно улучшить пропускную способность грунта [2, 7-9].

Подземные накопители дождевых вод

Подземные накопители представляют собой емкости, расположенные ниже уровня земли, для накопления (аккумуляции) поверхностных сточных вод в целях снижения их пикового (максимального) объема (расхода) и

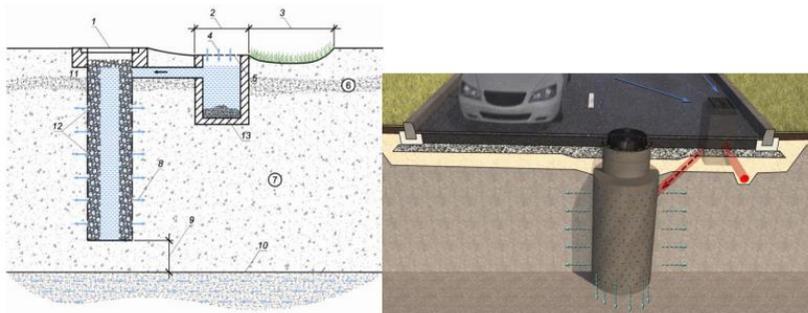
последующим отведением в систему дождевой канализации (при необходимости) [10].

Раздел «Объекты «сине-зеленой» инфраструктуры. Описание и основные характеристики», который будет включать описание технологии проектирования таких элементов «сине-зеленой» инфраструктуры, как фильтрующие полосы и траншеи, растительные и биодренажные каналы, фильтрующие (дренажные) колодцы, «дождевые сады», плантаторы для дождевых вод и др.

Краткое описание наиболее часто используемых элементов «сине-зеленой» инфраструктуры приведено ниже.

Дренажные колодцы

Дренажный колодец предназначен для управления дождевыми водами путем их приема из систем дождевой канализации с осуществлением очистки внутри колодца либо приема дождевых вод, прошедших предварительную очистку, с последующей фильтрацией вод в грунт через перфорационные отверстия в колодце [7].



1 – крышка колодца; 2 – ПОС (отстойник для осаждения ВВ); 3 – озеленение; 4 – сбор стекающей воды; 5 – решетка; 6 – водоупорный слой грунта; 7 – водоносный слой; 8 – инфильтрация воды в грунт; 9 – расстояние от дна колодца до грунтовых вод; 10 – уровень грунтовых вод; 11 – гравий; 12 – отверстия в стенках колодца; 13 – выпавший осадок

Рис.1. Общий вид и схема работы ливневого дренажного колодца [7]

Биофильтрационный склон

Биофильтрационный склон представляет собой засаженную растительностью площадку, имеющую незначительный уклон, предусмотренный для движения дождевых вод вниз по склону с одновременной их фильтрацией [7].

Биодренажный канал (канавка)

Конструктивно дренажные каналы представляют собой фильтрующие сооружения и устройства открытого типа (в виде каналов), покрытые

травяной растительностью и обеспечивающие одновременно транспортировку и фильтрацию поверхностных сточных вод. Они организуются, как правило, вдоль дорог, зданий, на территории рекреационных зон. Сооружения проектируются с расчётом на полную фильтрацию дождевых вод [7].

Дождевые сады

Дождевой сад (фитофильтр) представляет собой участок территории, запроектированный для приема дождевых вод и засыпанный фильтрующей загрузкой высотой 0,5–1,0 м, в которую высажены влаголюбивые растения. Несколько дождевых садов могут быть связаны между собой (поверхностными каналами или дренажными трубами) для предотвращения перегрузки на одном из них, либо связаны дренажной системой с дождевой канализацией [4, 7, 9, 10].



Рис.2. Применение биофильтрационного склона, биодренажного канала, дождевого сада [7]

При применении элементов «синей» и «сине-зеленой» инфраструктуры важным является тот факт, что основные используемые элементы обеих инфраструктур можно компоновать между собой, что позволяет более полно использовать их потенциал.

Раздел «Реализованные проектные решения» будет включать информацию по практическим решениям по управлению поверхностными водами в городах по мере их реализации на территории страны. Предполагается, что он будет содержать отдельные pdf-файлы, составленные на основании заполненного опросника по результатам реализации каждого конкретного проектного решения, а также фото, видеоматериалы, информацию об эксплуатируемом оборудовании и др.

Раздел «Гидравлический расчет объемов образования поверхностных сточных вод» будет включать калькулятор, позволяющий ввести исходные данные и в соответствии с СН 4.01.02-2019 «Канализация. Наружные сети и сооружения» провести укрупненный расчёт расходов и объемов дождевых и талых вод на участке урбанизированной территории с учётом её застройки.

Важным технологическим аспектом развития «синей» и «сине-зеленой» инфраструктуры является наличие собственных производственных мощностей по изготовлению оборудования, конструкций и различных материалов для инженерного благоустройства элементов «синей» и «сине-зеленой» инфраструктуры. В Республике Беларусь данное направление пока не получило должного развития. Как показывают проведенные авторами предварительные исследования, на территории страны имеются отдельные производства водонепроницаемых покрытий для тротуаров, пешеходных зон, автомобильных стоянок и парковок, а также производство подземных накопителей дождевых вод различного типа и фильтрующих колодцев.

В заключение необходимо отметить, что развитие концепции «синей» и «сине-зеленой» инфраструктуры крайне актуально для территории страны: это позволит не только снизить подтопление отдельных городских территорий и уменьшить нагрузку на сети дождевой канализации, но и повысить эстетическую привлекательность городского ландшафта и улучшить его микроклимат.

Литература

1 Строительные нормы Республики Беларусь СН 4.01.02-2019 «Канализация. Наружные сети и сооружения» [Электронный ресурс] // <https://normy.by/mand.php> - Дата доступа: 15.03.2024.

2 Зеленая инфраструктура [Электронный ресурс] / Сайт Агентства по охране окружающей среды США - <https://www.epa.gov/green-infrastructure>

3 Устойчивые дренажные системы [Электронный ресурс] / Сайт Британской геологической службы – <https://www.bgs.ac.uk/geology-projects/suds/> - Дата доступа: 15.03.2024.

4 Водно-чувствительное городское проектирование [Электронный ресурс] / Сайт организации «Water by Design» - <https://waterbydesign.com.au/> - Дата доступа: 15.03.2024.

5 Рекомендация ХЕЛКОМ № 23/5-2002 «Сокращение сбросов с городских территорий посредством правильного регулирования системы ливневых стоков» [Электронный ресурс] / Сайт организации HELCOM – <https://helcom.fi/helcom-at-work/recommendations/valid-recommendations/> - Дата доступа: 15.03.2024.

6 Дубенок, С.А. Современные международные подходы по управлению поверхностными сточными водами на территориях населенных пунктов и возможности их применения в Беларуси / С.А. Дубенок, К.Н. Шавейко Технологическая независимость и конкурентоспособность Союзного Государства, стран СНГ, ЕАЭС и ШОС: сб. ст. VI Междунар. науч.-техн.

конф. «Минские научные чтения-2023» в 3 т. Минск, 06–08 декабря 2023 г. [Электронный ресурс]. – Минск: БГТУ, 2023. – Т. 3. – 392 с.

7 Эглескалн, А.Ю. Методические рекомендации по организации водоотвода на улично-дорожной сети городов, не имеющих подземной (трубопроводной) ливневой канализации / А.Ю. Эглескалн, Л.А. Андреева, И.П. Потапов, 2019.

8 Экопарковка (зелёная парковка) из газонной решётки [Электронный ресурс] / Сайт Западная башня <https://z-b.by/gazonnaya-reshyotka1.html>

9 Во что превратились минские экопарковки и стоит ли автовладельцам платить за них? [Электронный ресурс] / Сайт <https://abw.by/news/rb/2017/10/06/vo-cto-prevratilis-minskie-ekoparkovki-i-stoit-li-avtovladelcam-platit-za-nih> - Дата доступа: 15.03.2024.

10 Надземные и подземные резервуары для хранения воды / Сайт Fresh Water Systems <https://www.freshwatersystems.com/blogs/blog/above-ground-vs-underground-water-storage-tanks>. - Дата доступа: 15.03.2024.

11 Программа предотвращения загрязнения воды [Электронный ресурс] / Сайт <https://www.flowstobay.org/data-resources/plans/sustainable-streets-master-plan/burlingame-donnely-avenue-rain-garden/> - Дата доступа: 15.03.2024.

12 Официальный сайт города Нью-Йорка. Раздел «Защита окружающей среды» [Электронный ресурс] / Сайт <https://www.nyc.gov/site/dep/water/rain-gardens.page> - Дата доступа: 15.03.2024.

УДК 628.112

Особенности эксплуатации водозаборных скважин на УП «Минскводоканал»

Шевчик П. Е.

Коммунальное унитарное производственное предприятие
«Минскводоканал», Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель Грузинова В. Л., к.т.н.
Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

Обозначены основные направления ремонтно-восстановительных работ на водозаборных скважинах УП «Минскводоканал», позволяющие повысить производительность скважин и предотвратить нарушения в работе насосных агрегатов.