

ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ ПОВЕРХНОСТНОГО СТОКА С УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

А. Д. МУШИНСКАЯ

Брестский государственный университет им. А. С. Пушкина,

Республика Беларусь

nastya.mushinskaya@bk.ru

Актуальность. На сегодня в законодательстве Республики Беларусь нет требований по строительству очистных сооружений систем водоотведения проезжей части. Однако сброс сточных вод должен осуществляться с соблюдением условий приема сточных вод в систему канализации. Необходимость размещения очистных сооружений обосновывается в градостроительной документации.

Негативные последствия на экосистему урбанизированных территорий особенно сказываются на экологическом состоянии водных объектов, расположенных на их территории. Водные объекты подвержены загрязнению хозяйственно-бытовыми, производственными и поверхностными сточными водами. Если основная часть хозяйственно-бытовых и производственных сточных вод в Республике Беларусь проходит очистку перед их выпуском в водный объект, то поверхностные сточные воды в основном сбрасываются без очистки

Цель работы – анализ существующего зарубежного и отечественного опыта применения технологий очистки поверхностного стока с автомобильных дорог и улично-дорожной сети (УДС) населенных пунктов для определения наиболее эффективных и применимых методов в конкретных условиях.

Основные результаты. В странах Центральной и Восточной Европы для очистки городских ливневых стоков используются инновационные биологические методы, которые сочетают высокую эффективность и экологичность. По всему миру использование технологий «зеленая инфраструктура» – технологии и способы управления поверхностными стоками, основанные на использовании растительности, – является частью экологического развития городов. В Великобритании, США и Австралии, например, существуют государственные программы, связанные с применением регулирования поверхностного стока, где технологии зеленой инфраструктуры являются ключевыми компонентами этих систем [1].

Наиболее полно заявленным выше требованиям к технологиям очистки поверхностного стока с УДС отвечают локальные очистные сооружения (ЛОС), в которых использованы технологии биоремедиации [2]. Действие таких технико-биологических систем приближено к процессам самоочищения,

протекающим в окружающей среде, однако отличается большей по сравнению с естественным самоочищением интенсивностью, что позволяет успешно справляться с техногенным загрязнением. Биологическими объектами, чаще всего применяемыми при биоремедиации, являются высшие растения, грибы, водоросли, микроорганизмы [3].

Широкий спектр загрязнителей, имеющих в поверхностном стоке с городских территорий (нутриенты, микроэлементы, органические вещества), делает сток удобным объектом для биоремедиационной технологии, так как в нем имеются все необходимые живым организмам биогенные элементы. Практическое распространение получили методы с использованием высших водных растений: камыша озерного, тростника, рогозов, рдестов, элодеи и водного гиацинта (эйхорнии) [2].

Стоит отметить, что в Беларуси на законодательном уровне наилучшие доступные технические (НТД) методы сбора, транспортировки, очистки и использования поверхностных сточных вод в населенных пунктах утверждены приказом Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 20.02.2024 N 70-ОД [4].

Согласно [4], в числе наземных (открытых) систем дождевой канализации значатся следующие гидротехнические сооружения и устройства:

- бассейны удержания («сухой пруд», «мокрый пруд», «инфильтрационный пруд»);
- фильтрующие полосы;
- растительные каналы;
- «зеленые крыши»;
- придорожные каналы;
- водопроницаемые покрытия.

Отдельно выделяют такие сооружения, как биофильтрационный склон и биодренажный канал.

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

Биодренажный канал (канавы) представляет 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 расчетом на полную фильтрацию дождевых вод.

Дождевые сады представляют собой понижение в рельефе на хорошо фильтруемых почвах или с устройством дренажа (в случае глинистых и суглинистых почв). В отличие от фильтрующих траншей дождевые сады организуются на более компактных территориях с площадью стока до 0,8 га и с применением более широкого видового разнообразия растений.

Рекомендуемым элементом конструкции дождевых садов является обвалование их территории путем создания ограничительного вала или дамбы высотой 15–25 см, которые не позволят распространяться дождевым и талым водам за пределы дождевых садов.

Высокой эффективностью отличается метод почвенной фильтрации [2]. Суть метода состоит в пропускании поверхностного стока через слой почвы с растительным покровом, при этом одновременно протекают процессы фильтрации, сорбции, ионного обмена и биологической очистки. Фильтр представляет собой пониженный участок территории, засыпанный фильтрующей загрузкой и засаженный растительностью. Во время максимального расхода на поверхности фильтра может образовываться небольшой слой воды, который будет существовать в течение нескольких часов до полного впитывания. В основании фильтра устанавливается дренажная система, а при наличии хорошо дренируемых почв может осуществляться инфильтрация в почву [3]. Подобные технологии получили широкое распространение в США, Канаде и Западной Европе, где используются фильтрационные полосы.

Интенсивное движение транспорта и использование химических реагентов на дорогах делают ливневые стоки одними из самых загрязненных. Поверхностный сток с автомобильных дорог содержит значительное количество загрязнений, таких как нефтепродукты, тяжелые металлы, химические реагенты и взвешенные частицы.

Для населенных пунктов могут быть рекомендованы три основных типа сооружений: биодренажная канава, биофильтрационный склон, дождевой сад, используемые для водоотвода и очистки поверхностного стока с УДС. Сравнительная оценка эффективности очистки ливневых стоков на ЛОС с использованием биоремедиационных технологий представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Эффективность очистки на ЛОС с использованием биоремедиационных технологий [5]

Сооружение	Эффективность удаления загрязняющих веществ и микроорганизмов, %					
	Взвешенные вещества	Биогенные элементы (N,P)	Тяжелые металлы	Нефтепродукты	Органические вещества	Бактерии
Биофильтрационные склоны	Средняя (40–70)	Низкая (10–40)	Средняя (40–70)	Средняя (40–70)	Средняя (40–70)	Низкая (10–40)
Биодренажные канавы	Средняя (40–70)	Низкая (10–40)	Средняя (40–70)	Средняя (40–70)	Средняя (40–70)	Низкая (10–40)
Дождевые сады	Высокая (70–100)	Средняя (40–70)	Высокая (70–100)	Высокая (70–100)	Высокая (70–100)	Высокая (70–100)

Сравнительная оценка позволяет сделать вывод о наибольшей эффективности для использования на УДС населенных пунктов в качестве ЛОС дождевых садов.

Выводы. Таким образом, важным элементом современного подхода к очистке поверхностного стока с УДС является использование экологически безопасных технологий, основанных на биоремедиации. Такие технологии очистки ливневых стоков позволяют минимизировать вред, обеспечивая их эффективную фильтрацию перед сбросом в природные водоемы.

Список литературы

1 **Ермохин, А. А.** Классификация технологий зелёной инфраструктуры и их использование для управления поверхностными стоками в урбанизированной среде / А. А. Ермохин // StudArctic forum. – № 4 (16). – 2019. – С. 2–10.

2 **Волчек, А. А.** Возможности применения биоремедиации для очистки поверхностного стока с урбанизированных территорий / А. А. Волчек, И. В. Бульская // Актуальные научно-технические и экологические проблемы сохранения среды обитания : сб. науч. ст. Междунар. науч.-практ. конф., Брест, 23–25 апр. 2014 г. : в 4 ч. Ч. 3. / М-во образования Респ. Беларусь, Брестский гос. техн. ун-т, Факультет инженерных систем и экологии ; под ред. А. А. Волчека [и др.]. – Брест, 2014. – С. 23–27.

3 **Мелехин, А. Г.** Применение биоинженерных сооружений для очистки ливневых и талых вод с урбанизированных территорий / А. Г. Мелехин, И. С. Щукин // Вестник ПНИПУ. Строительство и архитектура. – № 1. – 2012. – С. 122–133.

4 Наилучшие доступные технические методы сбора, транспортировки, очистки и использования поверхностных сточных вод в населенных пунктах : утв. приказом М-ва природных ресурсов и охраны окружающей среды Респ. Беларусь от 20.02.2024 № 70-ОД.

5 **Евстигнеева, Ю. В.** Биоремедиационные технологии очистки поверхностного стока с улично-дорожной сети населенных пунктов / Ю. В. Евстигнеева, Ю. В. Трофименко, Н. А. Евстигнеева // European Journal of Natural History. – 2020. – № 1. – С. 81–87.

УДК 628.35

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РЕКОНСТРУКЦИИ ГОРОДСКИХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

О. К. НОВИКОВА, А. А. РОДЕНКО, Е. Ю. НЕСТЕРЕНКО
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель
olanov2007@mail.ru

Актуальность. Реконструкция городских очистных сооружений является важным направлением обеспечения требуемой степени очистки сточных вод и наиболее эффективным способом улучшения работы очистных сооружений, так как она требует меньшего объема работ, чем новое строительство [1].