

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].

Особенностью реконструкции является то, что она проводится с учетом стесненности площадей, расположения сооружений, их габаритов и технического состояния, недопустимости нарушения технологического процесса очистки сточных вод.

**Цель работы** – разработка и обоснование основных направлений реконструкции городских очистных сооружений, направленных на повышение их эффективности, снижение энергозатрат и обеспечение соответствия современным экологическим и санитарно-гигиеническим требованиям.

**Основные результаты.** При разработке предложений по реконструкции очистных сооружений вначале устанавливаются причины их неудовлетворительности, проводится обследование конструкций и анализ работы очистных сооружений при пропуске фактического расхода.

На основании комплексной оценки городских очистных сооружений производительностью 10–100 тыс. м<sup>3</sup>/сут выделены основные проблемы, которые требуют решения для обеспечения требуемой степени очистки сточных вод перед выпуском в водный объект:

1 Снижение эффективности и надежности работы всего комплекса очистных сооружений, обусловленное износом оборудования, конструктивными недостатками и нарушениями правил технической эксплуатации очистных сооружений.

2 Изменение качественных и количественных характеристик сточных вод, поступающих на очистные сооружения, по сравнению с проектными значениями. Рост численности населения крупных городов и развитие городской инфраструктуры приводит к увеличению расхода бытовых и производственных сточных вод, поступающих на очистные сооружения. Возрастает нагрузка на системы биологической очистки, что приводит к снижению эффективности удаления органических веществ и увеличению концентрации взвешенных веществ на выпуске.

Сокращение численности населения в более мелких городах приводит к снижению расхода сточных вод, что вызывает недозагрузку очистных сооружений. Наблюдается снижение эффективности очистки, а также увеличение времени пребывания сточных вод в системе, что способствует развитию анаэробных процессов и ухудшению качества очищенной воды.

В последнее время одной из основных причин неудовлетворительной работы биологических сооружений малых населенных пунктов является низкое содержание органических веществ в составе сточных вод, поступающих на очистные сооружения, выраженное показателем БПК<sub>5</sub>.

На средних и крупных очистных сооружениях отмечаются повышенные концентрации общего азота в составе сточных вод, поступающих на очистные сооружения. Аэротенки, работающие как вытеснители или смесители, не справляются с нагрузкой по биогенным элементам.

3 Ужесточение современных требований к качеству очищенных сточных вод, что выявляет несоответствие устаревших технологических схем новым стандартам и обуславливает необходимость внедрения современных методов очистки.

4 Неудовлетворительная работа или отсутствие полного комплекса сооружений для обработки пескопulpы, сырого осадка и избыточного активного ила или биопленки.

Решение приведенных проблем может быть достигнуто проведением реконструкции, основополагающий принцип которой заключается в минимизации капиталовложений в строительные работы при максимальной эксплуатации уже существующих сооружений.

Выделены основные направления реконструкции городских очистных сооружений:

1 Замена оборудования (решеток, насосов, систем аэрации) на современные аналоги с улучшенными характеристиками.

2 Увеличение массы активного ила, который принимает участие в процессе очистки за счет применения мембранных биологических реакторов (*MBR*) или использования нейтральных носителей для образования фиксированной микрофлоры (*MBBR-technology*).

3 Модернизация технологического процесса с применением технологических схем глубокого удаления азота и фосфора в аэротанках с выделением анаэробной, аноксидной и аэробной зон и установкой необходимого оборудования.

4 Расширение мощностей за счет строительства дополнительных блоков очистки или модификации существующих конструкций и лотков для улучшения распределения потоков сточных вод.

5 Управление осадками сточных вод за счет применения эффективных технологических схем обработки осадков при строительстве новых сооружений (в случае отсутствия комплекса по обработке осадков) или методов интенсификации процессов обезвоживания, стабилизации и обеззараживания осадков сточных вод на действующих очистных сооружениях.

6 Внедрение автоматизации процессов управления и контроля за работой оборудования очистных сооружений.

7 Повышение энергетической эффективности за счет установки энерго-сберегающего оборудования.

Улучшить задержание крупноразмерных примесей можно путем замены устаревшего типа решеток на новый, более совершенный тип и строгим соблюдением технологического режима их эксплуатации (своевременная очистка от загрязнений, регулирование нагрузок на отдельные решетки).

При реконструкции отделения решеток с установкой более производительных агрегатов работы по реконструкции могут быть сведены к минимуму путем расширения каналов до и после решеток. Когда это невозможно – устраивается дополнительный канал с решеткой.

Для задержания на решетках большого количества отбросов применяются решетки с прозорами 6 мм и меньше (до 2 мм), что обеспечивает снижение нагрузки на первичные отстойники и более полное сбраживание сырого осадка.

Повышение эффективности задержания песка может быть достигнуто стабилизацией скорости потока с помощью специальных водосливов, за счет улучшения работы системы удаления осадка или путем установки продольных перегородок.

Направления реконструкции первичных отстойников связаны с устранением причин их низкой эффективности работы и включают замену систем распределения и сбора сточных вод для обеспечения равномерного потока и предотвращения образования застойных зон, замену системы удаления осадка.

Выбор оптимальной технологической схемы реконструкции аэротенков требует комплексного подхода, учитывающего технические, экономические факторы, а также специфику качественного и количественного состава сточных вод конкретного объекта.

**Выводы.** Выбирая вариант реконструкции очистных сооружений, необходимо отдавать предпочтение решениям с наименьшими капитальными затратами, обеспечивающим несомненный экономический эффект с точки зрения как оздоровления экологической обстановки, так и экономии материальных и энергетических ресурсов.

#### Список литературы

1 Новикова, О. К. Реконструкция систем водоснабжения и канализации : учеб. пособие / О. К. Новикова. – Гомель : БелГУТ, 2023. – 212 с.

УДК 628.2

### МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМ КАНАЛИЗАЦИИ ГОМЕЛЬСКОГО РАЙОНА

*А. В. ПАПКОВ*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель  
parkov999@mail.ru*

**Актуальность.** Анализ показателей эксплуатации систем водоотведения нередко показывает необходимость их улучшения. Это связано с изменениями условий функционирования систем сравнительно с исходными (проектными) данными, а также с недостатками проектных решений.

Улучшение достигается как новым строительством с заменой или расширением существующих объектов, так и реконструкцией. В последнем случае реализуются неиспользуемые потенциальные производственные