

Список литературы

1 Внедрение систем «Умный дом» на примере многоквартирного жилого дома / И. В. Шанюкевич, Я. В. Гузаревич, Е. Д. Курганов, П. О. Лапука // Актуальные проблемы экономики и организации строительства : материалы студ. науч.-техн. конф. БНТУ «Наука – образованию, производству, экономике», и 17-й студ. науч.-техн. конф. БНТУ, 12–14 мая 2021 г. / редкол. : О. С. Голубова [и др.] ; сост. Н. А. Пашкевич ; Белорус. нац. техн. ун-т. – Минск, 2021. – С. 257–266.

2 **Ращинский, Н. В.** «Умный дом» для комфортного пребывания в жилых помещениях / Н. В. Ращинский. – Полоцк : Полоцк. гос. ун-т., 2023.

3 **Липунова, М. И.** Автоматизация систем отопления умных домов / М. И. Липунова // Молодой ученый. – 2024. – № 22 (521). – С. 28–30

УДК 551.4(476.13)

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБЛАСТИ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

А. В. ГРИЩЕНКО

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель
grishhenko19n@gmail.com*

Актуальность. Современные технологии в области очистки сточных вод играют важную роль в сохранении природных экосистем. Они позволяют увеличить эффективность, снизить эксплуатационные затраты и энергопотребление на очистку сточных вод.

Цель работы – анализ вариантов внедрения инновационных технологий в область очистки сточных вод.

Основные результаты. В настоящее время существует большое количество проверенных методов очистки сточных вод, которые повсеместно используются на различных очистных станциях. Однако применение таких методов не всегда экономически выгодно и целесообразно, если речь идет о небольших населенных пунктах. Одним из менее распространенных методов очистки является фитоочистка или гидробиотанический метод – это технология, искусственно реконструирующая природную способность водных объектов к самоочистке. Процесс очистки основывается на микроорганизмах, которые в процессе жизнедеятельности поглощают органические вещества и таким образом очищают воду. При комбинации с высшими водными растениями создаются более комфортные условия для роста и развития бактерий, которые позволяют удалять из воды тяжелые металлы путем поглощения их корнями растений.

Процессы очистки воды в фитоочистных сооружениях (ФОС) происходят за счет жизнедеятельности фотоавтотрофных организмов (растительности). В этом их главное отличие от классических сооружений с активным илом. Очистка воды от биогенных элементов в ФОС происходит не только за счет процессов биохимического окисления, нитрификации / денитрификации, но и за счет ассимиляции биогенов растительной биомассой. Высшая растительность выполняет функцию не только «ассимилятора» загрязняющих веществ, но и «загрузки», на которой развиваются прикрепленные бактериальные ценозы: на корнях – в случае полупогруженных растений; на корнях, листьях и стеблях – в случае полностью погруженных растений.

Изначально для фитоочистки использовалась простейшая технология, представлявшая собой биопруды. Со временем начал проводиться поиск путей для усовершенствования технологии, появились технологии фитоочистки с системами горизонтального и вертикального движения воды, которые способствовали удалению не только органических загрязнителей, но и азотсодержащих загрязняющих веществ.

В настоящее время существует пять обособленных подходов фитоочистки:

- на основе погруженного горизонтального движения воды;
- на основе погруженного вертикального движения воды;
- на основе погруженного вертикального потока (*VF* или *SFS-v*);
- французская технология без использования септиков (улучшенная фитоочистка);
- аэрируемая фитоочистка.

Фитоочистка на основе погруженного горизонтального потока (*HF* или *SFS-h*) состоит из одного или нескольких водоемов, заполненных специально подобранным инертным материалом, в которых воды движутся горизонтально в слое загрузки при условиях постоянного насыщения. Растения, используемые для этих целей, принадлежат к группам погружных гелофитов, имеющих корневую систему.

Фитоочистка на основе погруженного вертикального потока (*VF* или *SFS-v*) состоит из одного или нескольких водоемов, заполненных слоями гравия и песка различной гранулометрической зернистости, в которых сточные воды, распределяемые на их поверхности с помощью насоса или сифона, двигаются вертикально через слой загрузки в условиях чередующегося насыщения. Растения, используемые для этих целей, принадлежат к группам погружных гелофитов, имеющих корневую систему.

Французская техника (*FRB*) является технологическим решением более чем 20 лет, используемая во Франции и инновационная для Италии. Её основным преимуществом является то, что она не требует предварительного осаждения, что снижает затраты на управление, так как не образуется отработанный осадок

активного ила. Кроме того, обеспечивается высокая эффективность очистки и небольшой размер самих сооружений.

Аэрируемая фитоочистка (FBA) – реализуется в одном или нескольких водоемах горизонтального или вертикального движения воды, поддерживаемых в режиме насыщения, в которые встроена система подачи воздуха посредством компрессионной воздуходувки. Воздух, подаваемый в загрузку, позволяет оптимизировать процессы окисления, сокращая в 4–5 раз (по сравнению с классическими техниками фитоочистки) потребность в территории для сооружений. Энергопотребление при этом остается минимальным по сравнению со стандартными очистными сооружениями, работающими на активном иле.

В настоящее время сооружения фитоочистки получают широкое распространение во многих странах мира, наибольшее количество представлено в Германии и США. Компания *Ambiente*, занимающаяся строительством и эксплуатацией фитоочистных сооружений, предлагает варианты применения данной технологии для очистки сточных вод различных типов и промышленных областей. Данная технология может быть использована для очистки сточных вод от аэропортов, торговых центров, продуктовых баз, промышленных, сельскохозяйственных и пищевых производств, населенных пунктов. Специалисты компании *Ambiente* утверждают, что фитоочистку всегда возможно применить даже при увеличении нагрузок, единственным ограничением является пространство доступной территории.

Площадные характеристики ФОС имеют следующие значения: максимальные площади, необходимые для систем с открытой поверхностью, составляют 3–10 м² на 1 популяционный эквивалент (ПЭ). Минимальные площади же составляют до 0,2 м². Для сравнения очистные сооружения Москвы имеют площадь около 0,33 м²/ПЭ [2].

Капитальные затраты на строительство ФОС в сравнении с классическими очистными сооружениями на 20–30 % ниже, кроме того ФОС имеют низкие затраты на эксплуатацию и техническое обслуживание [2].

Главное отличие фитоочистных систем от других технологий очистки сточных вод в следующем:

- биогеохимическая совместимость с природными ландшафтами, эстетическая привлекательность;
- высокая надежность сооружений в течение длительного времени, повышение эффективности очистки со временем;
- удаление загрязняющих веществ (и ксенобиотиков) до нормативных требований за счет использования растительно-бактериальных сообществ;
- отсутствие необходимости применения реагентов для очистки воды и для обеззараживания;
- низкие эксплуатационные затраты, основанные на сравнительно незначительном энергопотреблении;
- меньшая численность персонала.

Выводы. Технология фитоочистки может стать хорошей альтернативой классическим системам биологической очистки на малых и средних очистных сооружениях. Задокументированные исследования показывают, что фитоочистка применима к большому количеству промышленных областей и для различных типов сточных вод. Разнообразие технологий данного метода позволяет применять различные варианты в зависимости от характеристики сточных вод и требований к их очистке в каждом конкретном случае.

Список литературы

1 Брешини, Р. Фитоочистка как инновационный метод водоочистки / Р. Брешини // Вестник МГСУ. – 2019. – Т. 14, № 7. – С. 885–900.

2 Применение фито-систем для очистки сточных вод России / Н. М. Щеголькова, В. Диас, Е. А. Криксунов, К. Ю. Рыбка // Водоочистка. Водоподготовка. Водоснабжение. – 2014. – № 5. – С. 20–31

УДК 502.51:006

АНАЛИЗ ПРИЧИН И ПОСЛЕДСТВИЙ ПОСТУПЛЕНИЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ПРИТОКА ВОДЫ В ЦЕНТРАЛИЗОВАННЫЕ СИСТЕМЫ ВОДООТВЕДЕНИЯ (КАНАЛИЗАЦИИ) НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ

*А. И. ДЕНИЩИК, Ю. В. ГОЛОД
РУП «ЦНИИКИВР», г. Минск, Республика Беларусь
onvnaos@cricuwr.by*

Актуальность. Проблема поступления дополнительного притока вод в системы водоотведения (канализации) населенных пунктов является одной из наиболее значимых в сфере жилищно-коммунального хозяйства и экологии. Рост урбанизации, увеличение интенсивности атмосферных осадков, вызванное изменением климата, износ систем водоотведения (канализации) приводят к значительным перегрузкам канализационных сетей. Это, в свою очередь, вызывает ряд серьезных последствий, таких как переполнение коллекторов, затопление территорий, увеличение нагрузки на коммунальные очистные сооружения сточных вод и, как следствие, сброс недостаточно очищенных сточных вод в окружающую среду.

Цель работы – анализ источников, причин и последствий поступления дополнительного притока вод в централизованные системы водоотведения (канализации) населенных пунктов, а также разработка научно обоснованных