менения технологии компостирования и дополнительными затратами на проектирование, строительство и эксплуатацию

$$Э_{ЭЭ} = 214790 / 228919 = 0{,}94.$$

Вывод. Полученная экономическая эффективность указывает на то, что компостирование ОСВ положительно скажется на снижении расходов очистных сооружений по размещению ОСВ на полигоне.

Список литературы

1 Изменения в ставках экологического налога : Закон Республики Беларусь «Об изменении законов» НК 25 от 13.12.2024 № 47-З гл. 21.

УДК 574.5/6:628.3

РОЛЬ ГИДРОБИОЛОГИИ В ОЧИСТКЕ СТОЧНЫХ ВОД

Р. Н. ВОСТРОВА, Б. В. МАЗУРОВА
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

В современном обществе человек активно использует множество химических веществ, которые зачастую попадают в сточные воды и поступают на очистные сооружения городов. Это может негативно сказываться на микроорганизмах, отвечающих за процессы активного ила в водоемах. Кроме того, в сточных водах наблюдается значительный рост концентраций азота и фосфора, что усугубляет экологические проблемы.

Ухудшение состояния окружающей среды и строгие требования по снижению негативного воздействия на природу требуют поиска новых эффективных технологий. Включение инновационных решений с использованием современного энергосберегающего оборудования может способствовать улучшению состояния водных экосистем, а именно биологической очистки. Биологическая очистка перед другими методами имеет довольно много важных преимуществ [1].

Процесс биологической очистки основан на способности микроорганизмов использовать для своего питания находящиеся в сточных водах органические вещества, такие как спирты, кислоты, белки, жиры и другие вещества. Например, азот, который необходим бактериям для жизнедеятельности, извлекается из аммиака, нитратов, аминокислот, фосфора и калия – минеральных солей, содержащихся в сточных водах.

Гидробиология изучает биоту и взаимодействия различных видов микроорганизмов, таких как бактерии, водоросли и грибы, благодаря которым можно разлагать органические вещества и удалять загрязняющие компоненты из сточной воды. Также изучает отдельные виды микроорганизмов (гид-

робионтов) и взаимодействие их со сточной водой. Цель гидробиологии может быть определена как изучение водных экосистем, их обитателей и взаимодействий между ними, а также анализ влияния экологических факторов на биологическое разнообразие и функционирование водных сред. Организмы растительного и животного происхождения, приспособленные к существованию в водной среде, называются гидробионтами (рисунок 1).



Рисунок 1 – Микроскопические гидробионты

На основе гидробиологических исследований разрабатываются эффективные методы биологической очистки сточных вод, такие как активный ил, биофильтры и другие технологии, использующие микробные сообщества для удаления загрязняющих веществ.

Для улучшения условий гидробионтов в сточных водах используется многоступенчатая очистка, снижение токсичности и повышение уровня растворенного кислорода. Основные методы – использование загрузки, биофильтров, очистку от озона и фосфора, а также контроль за выбросами промышленных отходов.

Одним из главных методов является загрузка. Использование микробиоты для интенсификации работы очистных сооружений получает наибольшую популярность и распространение во многих странах.

Для решения многих задач носители размещают в сооружениях, например, в первичных отстойниках они выполняют роль фильтрующих элементов, в биофильтрах на них развивается биопленка, в аэротенках носители поддерживают необходимую дозу активного ила для эффективной очистки.

Критериями выбора носителя являются: большая поверхность, пористость, механическая прочность и химическая стойкость, способность обеспечивать устойчивую жизнедеятельность микробиоты и самоочищение [2].

При использовании загрузки в зонах нитрификации на поверхности и внутри загрузочного материала образуется биопленка, которая обеспечивает дополнительную биомассу, увеличивающую окислительную способность аэротенка.

Увеличение рабочей концентрации активного ила за счёт иммобилизованной биомассы позволяет повысить эффект биологической очистки. В зонах нитрификации, оснащенных волокнисто-пористым полимерным носителем, достигается большая доза ила по сравнению с зонами со свободноплавающим илом. Это способствует более интенсивному изъятию загрязнений из сточных вод, обеспечивает глубокое протекание нитрификации.

При иммобилизации повышается устойчивость организмов активного ила к воздействию токсикантов. При гибели активного ила от воздействия токсичных веществ в системах с загрузкой происходит быстрое его восстановление [3]. Применение кассет полимерной загрузки сокращает риск вспухания активного ила в аэротенках.

Технологическая эффективность и эксплуатационная надежность зависит от материала носителя и его конструктивного исполнения. Стационарная загрузка, в отличие от плавающей, позволяет культивировать сообщества микроорганизмов, соответствующих качеству сточных вод и реализуемых биохимические процессы в конкретных точках аэротенков.

В настоящее время хорошо себя зарекомендовал носитель биомассы производства ООО «Гефлис» (Гомель, РБ), который обладает высокой однородностью волокнисто-пористого слоя, высокой сорбционной емкостью к биомассе, устойчивостью функциональных свойств и стабильными режимами биологической очистки (рисунок 2).



Рисунок 2 – Кассеты с носителем биомассы производства ООО «Гефлис»

Носитель биомассы выполняется в виде волокнисто-пористого нетканого материала из синтетических волокон, соединенных между собой когезионными спайками в местах контакта, с объемной плоскостью 0,2–0,3 г/см^3. Полимерные волокна получают методом пневмоэкструзии с индексом текучести расплава полимера не менее 25 г/10 мин. Носитель выполнен в виде

полого цилиндрического элемента с толщиной стенки 5–10 мм, внутренним диаметром 45–55 мм и пористостью 65–80 %.

Срок службы кассет с носителем биомассы производства ООО «Гефлис» составляет не менее 10 лет при соблюдении технических правил обслуживания, а это: отсутствие длительного воздействия ультрафиолетового облучения, т. к. происходит деструкция материала кассет; недопущение протекания процессов замораживания и размораживания. Срок окупаемости кассет (при их внедрении на все четыре линии аэротенков) составляет около 29 месяцев.

Применение полимерной загрузки [4] производства ООО «Гефлис» позволяет: увеличить дозу активного ила без ухудшения работы вторичных отстойников; существенно увеличить эффективность очистки по основным загрязнениям; добиться стабильных значений по иловому индексу; увеличить концентрацию бактериальной массы и организмов высших трофических уровней, что целесообразно при реконструкции существующих аэротенков для повышения производительности и эффективности их работы.

Иммобилизационная загрузка играет ключевую роль в процессе очистки сточных вод, обеспечивая данные для разработки и оптимизации биологических методов очистки. Исследования в этой области позволяют изучать микроорганизмы и их взаимодействие с загрязняющими веществами, что способствует созданию эффективных и устойчивых технологий очистки.

Список литературы

1 Особенности биоценоза активного ила, находящегося в свободном состоянии и иммобилизованного на полимерном носителе / Р. М. Маркевич, И. А. Гребенчикова, А. В. Роденко, Р. Н. Вострова // Труды БГТУ. Серия 4: Химия, технология органических веществ и биотехнология. – 2013. – № 4. – С. 219–223.

2 **Вострова, Р. Н.** Использование волокнисто-пористого носителя биомассы производства ООО «Гефлис» для интенсификации процессов биологической очистки сточных вод / Р. Н. Вострова, А. В. Роденко, Д. В. Макаров // Educatio. – 2015. – № 2 (9)-2. – С. 105–108.

3 **Ульрих, Д. В.** Биоинженерные сооружения для очистки загрязненных поверхностных стоков / Д. В. Ульрих // Инженерный вестник Дона. – 2017. – № 2 (45). – С. 148.

4 Патент ЕА 007088. Носитель биомассы для фильтров биологической очистки сточных вод: № 200500433 : заявл. 30.03.2005 : опубл. 30.06.2006, Савицкий Н. Е., Лисицин В. Л., Кравцов А. Г.; заявитель ООО «Полимер». – URL: http://-cyberleninka.-ru/article/n/osobennosti-biotsenoza-aktivnogo-ila-nahodyaschego-sya-v-svobodnom-sosto-yanii-i-immobilizovannogo-na-polimernom-nositele (дата обращения: 20.02.2026).