УДК 628.3

ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ФИТОРЕМЕДИАЦИОННЫХ СООРУЖЕНИЙ В ОЧИСТКЕ СТОЧНЫХ ВОД

Д.В. Ульрих, М.Н. Брюхов

В работе изложена классификация фиторемедиационных сооружений с выявлением преимуществ и недостатков того или иного вида сооружения для очистки сточных вод. Обозначена роль макрофитов в очистке металлсодержащих сточных вод.

Ключевые слова: биоплато, сточные воды, инфильтрация, биоаккумуляция, микроэлементы.

Сооружения фиторемедиации – искусственные или природные заболоченные участки, ботанические площадки, фильтрационные устройства, пруды с посадками водных растений (биоплато) – используются в схемах очистки загрязненных вод и грунтов. В англоязычных странах такие сооружения имеют название Constructed Wetlands (искусственные болота) и нашли широкое применение для очистки бытовых, ливневых, шахтных, карьерных и других сточных вод.

Данные сооружения необходимы, так как на сегодняшний день катастрофически увеличивается количество различных водоемов, основных и малых рек, где качество воды оценивается как неудовлетворительное практически для всех видов пользования. Наибольший вред приносят реками природным водоемам различного рода стоки, так как в них попадают как отходы производств, так и недоочищенные, хлорированные стоки, из-за чего происходит эвтрофирование этих рек и водоемов. Такие бассейны практически становятся мертвыми. Проблема обработки стоков актуальна во многих местах, где на относительно малых площадях сконцентрировано большое количество требуемых очистки вод различного происхождения.

Использование традиционных технологий биологической очистки стоков является ограниченным из-за относительно высоких финансовых затрат на возведение сооружений и большого потребления энергии. Но применение естественного биологического способа очищения сточных вод позволяет получить качественно очищенную воду, а также имеет широкие возможности для удаления тяжелых металлов и таких биогенных элементов как азот и фосфор, небольшими капиталовложениями на строительство и эксплуатацию, а также маленькими концентрациями активного ила и другими преимуществами.

Такие инженерные конструкции как биоплато являются наиболее прогрессивными способами естественной биологической очистки стоков, которые широко используются в мире.

Биоплато – это созданная человеком система очистки стоков, которая напоминает биопруды (рис. 1, 2). Располагается она каскадом, и возводится с учетом химических и биологических способов очистки.

Если классифицировать биоплато с точки зрения инженерного проектирования, и при этом учитывать гидравлические распределения потоков воды то получим следующие категории: поверхностные, горизонтальные и вертикальные инфильтрационные, а также биоплато смешанного типа. Каждый вид имеет свои особенности и может очищать разные категории сточных вод.

Поверхностные биоплато – похожи на естественный «заболоченный ландшафт», когда сточные воды поступают на поверхность сооружения, с тем отличием, что это искусственное сооружение, имеющее системы управления, в результате чего достигается высокая эффективность очистки. К достоинствам сооружения следует отнести: низкие экономические затраты при строительстве, удобство в управлении и низкие энергетические затраты при эксплуатации.

У поверхностных биоплато есть такие преимущества: небольшие финансовые затраты на возведение очистителя; легкость в управлении и низкое энергопотребление.

Кислород в поверхностные биополя подается за счет диффузных процессов (через корневые системы растений). Но такой способ подачи кислорода не может в полной мере обеспечить им нужды биоплато. Кроме этого на качество очистки сточных вод влияет изменения климата. В летний период требуется проведение санитарных мероприятий по уничтожению комаров.

Рис. 1. Биоплато с *плавающими растениями*

Горизонтальные инфильтрационные биоплато – такое название биоплато связано с тем, что сточные воды в сооружение движутся через слои загрузки из одного конца к другому почти горизонтально. Сооружение состоит от одной или нескольких секций, в состав которых входят водонепроницаемое покрытие, слои загрузки и растения. По сравнению с поверхностными биоплато, в данных сооружениях достигаются большие гидравлические нагрузки и высокая эффективность очистки сточных вод по БПК, ХПК, взвешенным веществам, тяжелым металлам, а на территории очистных сооружений практически отсутствует неприятный запах и наличие насекомых. Горизонтальные инфильтрационные биоплато особенно широко применяются в США, Японии, Австралии и Европе. Недостаток данного типа сооружений состоит лишь в том, что способность удаления азота несколько ниже, чем у биоплато вертикального типа.

Преимущества горизонтальных инфильтрационных биоплато: в них создаются высокие гидравлические нагрузки; большая эффективность очистки сточных вод по БПК и ХПК, взвешенным веществам, а также тяжелым металлам; отсутствие неприятного запаха на территории биоплато; отсутствие насекомых.

В вертикальных инфильтрационных биоплато сточные воды подают с поверхности биоплато на дно вертикально, а кислород в систему поступает за счет диффузии воздуха из атмосферы и через корневые органы растений. Процессы нитрификации в сооружениях данного типа биоплато происходят интенсивнее, чем в горизонтальных, именно поэтому возможна очистка сточных вод, содержащих азот в высоких концентрациях. Недостатками данного типа биоплато являются сложные системы управления процессом очистки, а также создание благоприятных условий для развития насекомых.

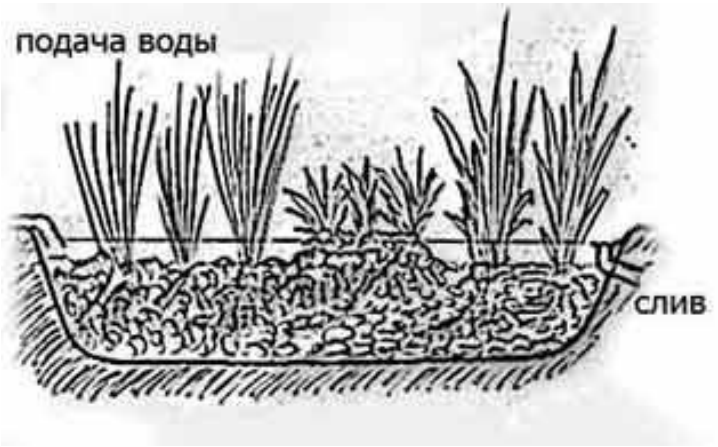

Рис. 2. Биоплато с засыпкой и водными растениями

Для достижения максимальной эффективности на практике часто комбинируют различные типы биоплато. При этом в одном сооружении комбинируются разные потоки сточных вод.

Совместными усилиями китайских и европейских ученых была разработана смешанная система, в которой стоки сначала поступают сверху вниз, а затем движутся снизу наверх. Такие сооружения применяются в южных регионах Китая.

А на севере этой страны популярным является другой вид смешанного биоплато, в котором сочетаются горизонтальные и вертикальные направления движения сточных вод, за счет чего повышается эффективность очистки.

Основной составляющей всех биоплато являются водные растения (макрофиты). Высшая водная растительность играет важную роль в биотическом балансе, процессах формирования качества воды и биологического режима водохранилища. Макрофиты изменяют физико-химические параметры среды в процессе фотосинтеза, поглощают и выделяют биогенные элементы и растворенные органические вещества из воды, выносят их из донных отложений в водную толщу, концентрируют микроэлементы в тканях и клетках [1, 2]. Результаты определения микроэлементного состава водных растений целесообразно использовать для обнаружения как начальных этапов поступления загрязнителей в водоемы, так и длительных систематических антропогенных воздействий.

Водная растительность извлекает химические элементы, как из донных отложений, так и водной толщи. Причем макрофиты способны извлекать и накапливать металлы, не только растворенные в воде, но и присутствующие во взвешенно-коллоидном материале водной массы и на поверхности листьев. В ряде работ было отмечено, что погруженные растения накапливают большие количества микроэлементов, нежели полупогруженные [3].

Процесс биоаккумуляции металлов водорослями достаточно сложен и специфичен: наряду с накоплением клетки способы выделять накопленные токсичные металлы в виде метаболитов или связывать металлы в комплексы.

Библиографический список

1. Бурдин, К.С. Тяжелые металлы в водных растениях (аккумуляция и токсичность) / К.С. Бурдин, Е.Ю. Золотухина. – М.: Диалог-МГУ, 1998. – 202 с.

2. Куриленко, В.В. Основы экогеологии, биоиндикации и биотестирования водных экосистем / В.В. Куриленко, О.В. Зайцева, Е.А. Новикова и др.; под ред. В.В. Куриленко. – СПб.: Изд-во СПбГУ, 2004. – 448 с.

3. Янин, Е.П. Техногенные речные илы в зоне влияния промышленного города / Е.П. Янин. – М.: ИМГРЭ, 2002. – 100 с.